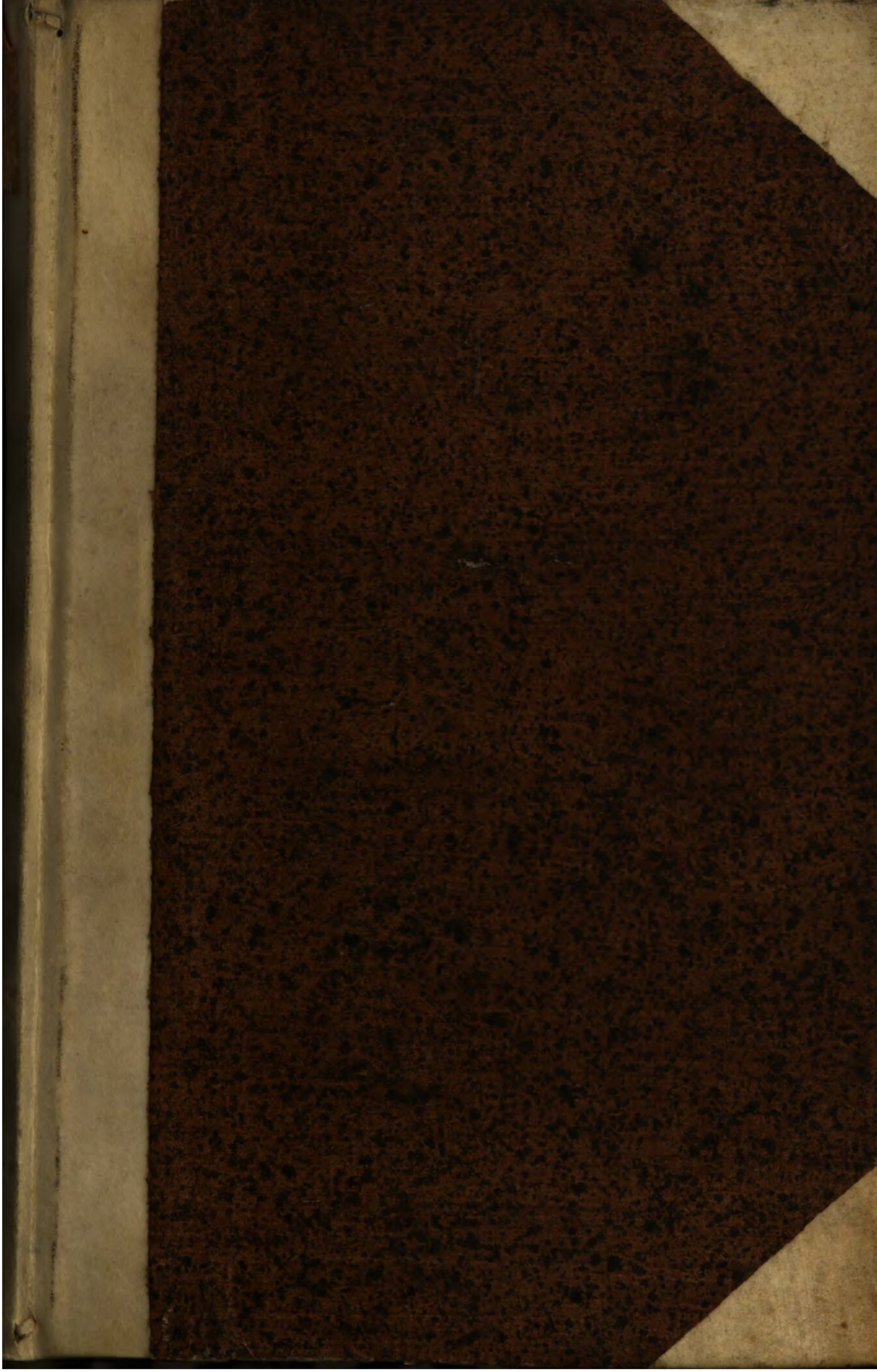
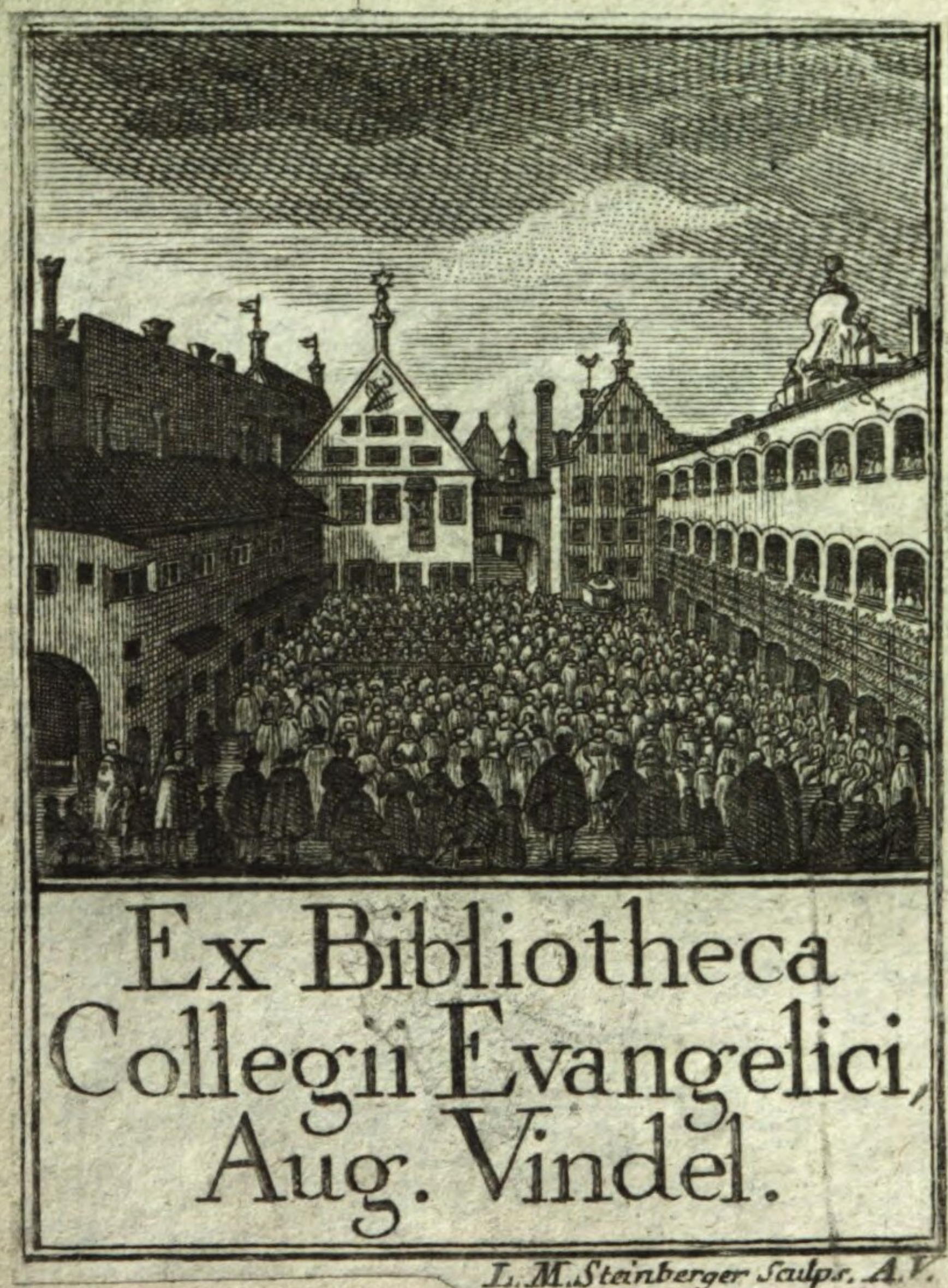


Tein

177



Ex Bibliotheca
Collegii Evangelici,
Aug. Vindel.

L. M. Stainberger Sculps. A. V.

D. Johann Peter Eberhards

Neue Beiträge

zur

Mathesi applicata

Worin die

Ersten Gründe

der Mühlenbaukunst, Hydrotechnik

und Bergwerkswissenschaft

erklärt werden.

Nebst

einigen Zusätzen

zur

Mechanik, Optik und Gnomonik.

Mit XXVI. Kupfertafeln.

Halle im Magdeburgischen,

zu finden in der Rengerischen Buchhandlung

1773.

IN AUGSBURG

Vorrede.

Der Einfluß, den die Mühlenbaukunst, die Wasserbaukunst, und die Bergwerkswissenschaft in den Staat haben, ist so groß, daß ein Cameralist diese Wissenschaften gar nicht entbehren kan. Die Erfahrung lehret es, wie viel Summen oft unnöthig bei vorfallender Anlegung, Reparaturen und angeb-

lichen Verbesserungen der Mühlen, der Schleusen, der Deiche und Bergwerke bloß deswegen verschwendet werden, weil diejenigen, welche die Aufsicht über solche Werke führen, nicht die gehörige Kentnisse besitzen. Es ist daher nothwendig, daß einer, der dem Staat künftig in dieser Absicht nützlich zu werden gedenkt, schon auf Universitäten sich die Anfangsgründe dieser Wissenschaften bekannt mache. Es hat bisher auf hohen Schulen sehr daran gefehlt. Die mehresten, die sich auf den Wasserbau, den Mühlenbau und den Bergbau legen, haben bloß praktische Kentnisse davon. Es fehlt ihnen an der gehörigen Einsicht in die Mathematik. Und so nothwendig auch die praktische Kentniß ist, so ist sie doch ohne Theorie

ein

ein blosses Handwerk. Man legt Gebäude und Werke an, ohne die gehörigen Gründe davon einzusehen, bloß weil es der Lehrmeister so gesagt hat. Die blosse Erfahrung giebt uns sehr schwankende Begriffe, und die mathematische Theorie allein ist im Stande, die Praxin auf sichere Gründe zu befestigen. Ich habe diesem Mangel an Unterricht in dieser Wissenschaft, auf hiesiger Königlichen Friedrichsuniversität, seit vielen Jahren abzuhelfen gesucht, und bei meinen Vorlesungen über die angewendete Mathematik, sowol die Mühlenbaukunst, als den Wasserbau und die Bergwerkswissenschaft vorgetragen. Schon im Jahr 1757 habe ich in der Absicht, Beiträge zur Mathesi applicata herausgegeben, in welchen ich

Vorrede.

einige Zusätze zur Mechanik, Optik und Gnomonik entworfen, und zum Gebrauch meiner Zuhörer eingerichtet hatte. Da ich über Wolfs Handbuch las; so führte ich nur das, was in der Mechanik und Optik im Wolf fehlte, weitläuftiger aus. Dahin gehört die Theorie der Reibung, die praktische Anwendung der einfachen mechanischen Werkzeuge, die Theorie der Mühlen und Bergwerksmaschinen, die Zeichnung der Lage der Bilder in der Katoptrik und Dioptrik u. s. w. Von der Hydrotechnik hatte ich gar nichts, und von der Bergwerkswissenschaft nur etwas weniges in Absicht auf das Maschinenwesen vorgetragen. Da dieses Werkchen von dem Herrn Verleger neu aufgelegt werden solte, fand ich so viel zu-

zuse-

zusetzen, daß ich mich endlich entschloß, es ganz umzuarbeiten, die fehlenden Wissenschaften, die ich bisher nur nach Dictatis hatte erklären müssen, hinzuzufügen, und es daher als ein ganz neues Werk unter dem Titel, Neue Beiträge, herauszugeben. Und ich muß meinen Lesern kurz sagen, was der Inhalt und die Absicht dieses neuen Werkchens ist.

Ich habe eine allgemeine Einleitung in die Mathesin applicatam vorangeschickt, darauf folgen Zusätze zur Mechanik, worin 1) die Theorie der Reibung, Seite 14—28, 2) die praktische Anwendung der einfachen mechanischen Werkzeuge, Seite 28—39, vorgetragen, und endlich 3) von den zusammengesetzten Maschinen S. 39—44

gehandelt wird. Die ersten zwei Stücke sind ganz umgearbeitet, das dritte aber völlig neu, und enthält eine allgemeine Einleitung in das Maschinenwesen überhaupt. Darauf folgen die Ersten Gründe der Mühlenbaukunst. Hier habe ich bis Seite 59 eine allgemeine Einleitung in die Mühlenbaukunst, nebst der Berechnung des Räderwerks vorangeschickt, darauf bis S. 80 die Mühlen dem Triebe nach abgehandelt, und endlich bis Seite 108 die Mühlen dem Gebrauch nach erklärt. Ich habe hierbei so viel möglich keine Art der Mühlen weggelassen, und bei allen, ihre Einrichtung und Berechnung, nebst der Zeichnung der innern Theile im kleinen hinzugefügt. Von der 109ten Seite an folgen die Ersten

Grün-

Vorrede.

Gründe der Wasserbaukunst. Ich nehme das Wort Wasserbaukunst in dem weitläuftigsten Sinn. Ich begreife darunter nicht nur die Gebäude, die zur Befestigung der Ufer und Erleichterung der Schiffahrt angelegt werden, sondern auch die Theorie der Wassermaschinen, oder die so genannte Hydraulik. Ich habe daher nach einer S. 111 vorangeschickten allgemeinen Einleitung in die Wasserbaukunst, wobei ich ein Verzeichniß der besten und nützlichsten Schriften entworfen, zuerst Seite 117 die Theorie der Wassermaschinen vorgetragen. Hier habe ich zuerst die Kräfte betrachtet, wodurch das Wasser gehoben wird, und die nöthigen mathematischen und physikalischen Gründe vorangeschickt. Dabei sind zugleich

die einfachen hydraulischen Maschinen erklärt worden, darauf folgt die Theorie der zusammengesetzten Maschinen. Ich habe mich hier bei den Feuerspritzen, Wasserkünsten und Röhrenleitungen am weitläuftigsten aufgehalten, und überall die Gründe der Berechnung dieser Maschinen hinzugefügt. Hierauf folgt Seite 187 die Betrachtung der Wassergebäude, oder der eigentlich so genannte Wasserbau. Hier habe ich die Einrichtung der Uferbefestigungen, der Deiche und Schleusen gezeigt, und auch kurz von der Anlegung der Brücken und Fähren gehandelt.

Endlich folgen von der 231. Seite an, die Ersten Gründe der Bergwerkswissenschaft. Hier habe ich

S. 233 eine allgemeine Einleitung in diese Wissenschaft überhaupt gegeben, und dabei ein Verzeichnis der besten und brauchbarsten Schriften von jedem Theil der Bergwerkswissenschaft hinzugefügt. Hierauf habe ich insbesondere S. 240 die Markscheidekunst so abgehandelt, daß ein jeder, der die hier gegebenen Gründe recht gefaßt hat, im Stande ist, wichtigere Werke von dieser Wissenschaft zu verstehen. Darauf folgt S. 251 die Bergbaukunst. Hierbei ist die äussere und innere Beschaffenheit der Gebürge sowohl als die Anlegung der Bergwerke selbst betrachtet, und alle Arten der unterirdischen Werke und Gebäude erklärt worden. Hier habe ich mich nicht bloß auf den eigentlich sogenannten Berg-

bau eingeschränkt, sondern auch die vornehmsten Arbeiten beim Hüttenwerk, das Rösten, Probieren, Schmelzen, Abtreiben und Saigern, Cementiren, imgleichen die trockne und nasse Scheidung betrachtet, und von allen diesen Arbeiten den Begriff gegeben, und die nöthigen physikalischen Gründe hinzugefügt. Zuletzt folgt S. 312 bis S. 336. die Bergmechanik, oder die Betrachtung des Maschinenwesens auf den Bergwerken. Hier habe ich alle Arten der Maschinen nach ihren verschiedenen Klassen geordnet und erklärt. Auch zur Feuermaschine habe ich einige Verbesserungen angegeben, und da ich mich hierbei, meiner Absicht gemäß, kurz fassen müssen, so hoffe ich, wenn es mir meine Amtsgeschäfte er-

lau-

lauben, in einer besondern Abhandlung die Geschichte der Feuermaschinen, ihre verschiedenen Arten, und die von mir zu deren leichterer Bewegung vorgeschlagenen Verbesserungen weitläuftiger abzuhandeln.

Die Zusätze zur Optik betreffen hauptsächlich die Theorie des Sehens und der Farben, imgleichen die Bestimmung der Lage der Bilder bei Spiegeln und Gläsern durch die blosse Zeichnung. Diese sind bloß vor Anfänger entworfen. Diese finden das meiste Vergnügen, wenn sie die Lage der Bilder auf eine leichte Art, ohne schwere geometrische oder analytische Beweise, durch die Zeichnung finden können. Ich habe hierbei viele in den vorigen Beiträgen eingeschlichene Fehler verbes-

sert.

sert, und vieles z. E. von den Dollondischen Ferngläsern hinzugefügt.

Da endlich die Einrichtung aller Sonnenuhren aus der Aequinoctialuhr auf eine leichte Art hergeleitet werden kan, so habe ich diese allgemeine Gründe in den Zusätzen zur Gnomonik hinzugefügt.

Meine Absicht bei Ausarbeitung dieses Werks ist hauptsächlich, die Erlernung einiger zum Wohl des Staats so unentbehrlicher Wissenschaften den Anfängern zu erleichtern, und sie dadurch zu besserer Ausübung ihrer Pflichten aufs Künftige vorzubereiten. Ich habe daher alles, was in den grösten Werken vom Mühlenbau, Wasserbau und Bergbau nützliches gesagt worden, kurz vorgetragen, und alle

Uni-

Vorrede.

Maschinen in den beigefügten Kupfer-
tafeln entworfen. In meinen Vorle-
sungen pflege ich aus meinem ziemlich
ansehnlichen Vorrath von Modellen,
die meisten dieser Maschinen im Ma-
dell vorzuzeigen, um die Kentnisse derse-
ben den Anfängern zu erleichtern. Wie
glücklich sind die Preußischen Staaten,
in welchen, durch die väterliche und weise
Fürsorge unsers Grossen Monarchen,
diese Wissenschaften zu blühen anfan-
gen! Die vortreflichen Anstalten derer
erleuchteten Königlichen Herrn Staats-
minister, des Herrn Großcanzlers
Freiherrn von Fürst Excellenz, und
des jetzigen Herrn Obercuratoris aller
Königl. Universitäten des Freiherrn
von Zedliz Excellenz, haben auf denen
Universitäten die Lehrer und Zuhörer

zu

Vorrede.

zu eben diesem Zweck merklich ermuntert. Wie beruhigend wird der Gedanke vor mich seyn, wenn ich mir schmeicheln darf, durch gegenwärtige Schrift und meine Vorlesungen, auch etwas zu diesem erhabenen Endzweck beigetragen zu haben! Die Erfüllung meiner Pflicht, und die Ausbreitung derer Wissenschaften und Kentnisse, die einen unmittelbaren Einfluß in das Wohl des Staats haben, soll beständig der Gesichtspunkt seyn, nach welchem ich meine Handlungen und gelehrte Bemühungen einrichten werde. Geschrieben zu Halle auf der Königl. Friedrichs-Universität den 20 April 1773.

J. P. Eberhard.

Einleitung

zur

angewendeten Mathematik

überhaupt.

§. 1.

Erklärung der angewendeten Mathematik.

Alle würklich vorhandene Dinge, haben entweder eine Grösse (quantitas) oder gewisse Eigenschaften (qualitates), und auch diese kan man in gewisser Absicht als Grössen ansehen. Alle Grössen, als Grössen, können

entweder mit andern bekandten Grössen verglichen, und ihre Verhältnis gegen sie bestimmt werden oder nicht. Im ersten Fall können wir sie ausmessen, und dieses muß nach den Regeln der Arithmetik und Geometrie geschehn. Wenden wir die theoretische Mathematik auf die Ausmessung würklich vorhandener Grössen an; so heist die daraus entstehende Wissenschaft, die angewendete Mathematik (Matheſis adplicata vel mixta) Diese ist also eine Wissenschaft, würklich vorhandene Grössen auszumessen.

§. 2.

Ihr Unterschied.

Man sieht daher leicht ein, daß sie so wohl von der reinen Mathematik, als von der Naturlehre verschieden sey. Die erste beschäftigt sich mit bloß möglichen Grössen. Die zweite hat zwar würklich vorhandene Körper zu ihrem Vorwurf, sie beschäftigt sich aber hauptsächlich mit den Ursachen der Begebenheiten, auf welche man in der Matheſi applicata nicht weiter sieht, als in so fern daraus die Grösse der Körper und Kräfte bestimmet werden kan. Z. E. wir betrachten in der Naturlehre die Eigenschaften des Lichts ihren Ursachen nach. Ob die Strahlen in einer Reihe auf einander folgender

Schlä-

Schläge bestehen: ob die Lichttheile als harte Körper, die sich berühren, anzusehen sind u. s. w. Alles dieses ist der Vorwurf der angewendeten Mathematik nicht, welche nur die Stärke des Lichts, die Grösse der Brechung der Strahlen, und dergleichen untersucht.

§. 3.

Welche Wissenschaften dazu gehören.

So viel als also Arten von Grössen würklich sind, so viel müssen auch Theile der angewendeten Mathematik möglich seyn. Solten nicht daher fast alle Handwerker zur angewendeten Mathematik gerechnet werden können? Wer wolte wohl leugnen, daß dieses möglich sey? warum es aber nicht geschehe, ist leicht zu begreiffen. Die Anzahl der Theile der angewendeten Mathematik würde alsdenn unendlich groß werden. Es müssen dahero gewisse Bestimmungen angegeben werden, wodurch man ausmachen kan, ob eine Wissenschaft zur angewendeten Mathematik gehöre oder nicht. Und diese Bestimmung ist folgende: alle Wissenschaften oder Künste, die ohne Mathematik nicht können verstanden werden, gehören zur Mathesi applicata. Wer wird die Optik ohne Geometrie verstehen können? Diese ist dahero ein Theil der angewendeten

Mathematik. Alle diejenigen Künste fallen dahero weg, die man ohne Mathematik verstehen kan, wenn sie gleich mit Nutzen in denselben angebracht werden könte.

§. 4.

Ihre Eintheilung.

Man kan 1) die Gesetze der Arithmetik auf die Berechnung der im gemeinen Leben vorkommenden Grössen, die Preise der Waaren, die Bestimmung des Arbeitslohnes, der Zinsen u. d. gl. anwenden. Dieses heißt die praktische Arithmetik. Oder man wendet 2) die reine Mathematik auf die Bestimmung der Grösse, Lage, Entfernung und Figur der Theile, der Oberfläche der Erde an. Dieses heist die **Feldmeßkunst** (Gaeodesia). Oder man bestimmt 3) die Grösse, Lage, Entfernung und Figur der Theile unter der Erde: die **Markscheidekunst** (Geometria subterranea). Oder man bestimmt 4) die Lage und Entfernung der Oberfläche der Erde von einer angenommenen Horizontallinie: die **Nivellirkunst** oder das **Wasserwägen**. Oder man mißt 5) Tonnen und Gefässe nach Kannenmaaß aus: das **Visieren**. Oder man reducirt

6) ver-

6) verschiedene im gemeinen Leben vorkommende Körper auf Geometrische Körper, und berechnet sie. Diese fünf Theile, von Nummer 2—6, begreift man unter dem Namen der praktischen Geometrie. Alles dieses sind ohnstreitig Theile der angewendeten Mathematik, ohngeachtet sie mehrentheils zur reinen Mathematik gerechnet, und etwas davon in denen Lehrbüchern von der Matheſi Pura, vorgetragen wird, weil die Theorie der hier zu berechnenden Linien, Flächen und Körper in der Geometrie vorkommt. Ausser diesen wird die Mathematik noch auf fünf Arten von Grössen angewendet, deren allgemeine Theorie in der Geometrie nicht vorkommt. Diese letzten rechnet man gemeiniglich im eigentlichen Verstande zur angewendeten Mathematik. Und da wendet man sie 1) an, auf die Bewegung und die bewegende Kräfte; dieſes heist die Dynamik. Hier sieht man entweder auf feste oder flüßige Körper. a) Die Lehre von der Bewegung der festen Körper, heist insbesondere die Mechanik, und derjenige Theil, welcher vom Gleichgewicht der Kräfte handelt, die Statik. b) Die Lehre von der Bewegung flüßiger Körper, heist die Hydrodynamik. Und zwar heist sie die Hydrostatik,

tik, wenn das Gleichgewicht flüßiger Körper betrachtet wird. Betrachtet man aber die Bewegung selbst, und ihre Anwendung im gemeinen Leben, so heist es insbesondere die Hydraulik. Da zu denen Kräften, wodurch das Wasser bewegt wird, auch die Luft gehört; diese aber ihren Eigenschaften nach, mathematisch untersucht werden kan: so entsteht daraus eine besondere Wissenschaft, nemlich die Aerometrie.

Es werden 2) die Gesetze der Geometrie auch auf das Licht angewendet, in der Optik. Hier werden a) entweder die allgemeinen Eigenschaften des Lichts und die Theorie des Sehens bestimmt, in der besondern Optik, oder b) das Licht wird betrachtet, in so fern es durch die Reflexion Bilder der Objekte formirt, in der Katoptrik, oder c) in so fern es durch die Brechung der Strahlen in durchsichtigen Körpern Bilder der davorstehenden Objekte darstellet, in der Dioptrik. Oder d) man betrachtet die scheinbaren Veränderungen der Figur derer Körper, die von der verschiedenen Lage des Auges abhangen, in der Perspectiv.

Ferner wird 3) nach den Gesetzen der Geometrie auch das Weltgebäude unter-

tersucht. Es geschieht dieses in der Cosmologia Mathematica, in welcher a) die entfernten Weltkörper in der Astronomie, b) die Erde in der mathematischen Geographie, und c) die Zeit betrachtet wird, in so ferne wir sie durch die Bewegung derer Himmelskörper ausmessen. Dieses geschieht denen gröſseren Abtheilungen nach, in der Chronologie, denen Stunden nach in der Gnomonik.

Man kan aber auch 4) die Wissenschaft, Gebäude gehörig aufzuführen, nicht ohne Mathematik verstehen. Es entsteht daraus die Baukunst. Diese lehrt entweder, a) wie die Gebäude, schön, bequem und fest gebauet werden, in der bürgerlichen Baukunst (architectura ciuilis), oder b) wie man vor die Sicherheit der Einwohner durch Anlegung besonderer Werke besorgt seyn soll, in der Kriegsbaukunst (architectura militaris). Wozu man noch wegen der Nothwendigkeit des Pulvers und Geschützes beym Kriege, die Artillerie zu rechnen pflegt. Oder c) man zeigt die Regeln, nach welchen Schiffe gebauet werden müssen; die Schifsbaukunst (architectura naualis). Oder d) man sorgt vor die Festigkeit und

Sicherheit derer unter der Erde bei Bergwerken anzulegenden Gebäude; die Bergbaukunst (architectura subterranea). Oder e) man legt Gebäude am Wasser an, um sich des Wassers zur Bequemlichkeit zu bedienen, oder sich gegen dessen Einbruch zu versichern; (architectura hydraulica) die Wasserbaukunst.

Endlich kan 5) auch die Mathematik auf die Theorie derer Töne, in der mathematischen Musik angewendet werden.

Zusätze
zur
Mechanik.

Allgemeine Zusätze.

§. 1.

Allgemeiner Begrif der Mechanik.

Die Mechanik ist eine Wissenschaft von der Bewegung der festen Körper, in so ferne sie ausgemessen werden kan.

§. 2.

Ihre Eintheilung.

Da alle Körper schwer sind, wie die Erfahrung lehrt; die Körper aber auch ausser der Schwere, gewisse allgemeine Eigenschaften besitzen: so kan man die Bewegung derer festen Körper, entweder überhaupt betrachten, oder in so fern sie schwer sind. Das erste heist die allgemeine Mechanik, das zweite die besondere.

§. 3.

Anmerkung.

Da die allgemeinen Gesetze der Bewegung, theils in meinen ersten Gründen der

Natur-

Naturlehre Cap. 3. S. 60. u. f. vorgetragen sind, theils in den meisten andern Lehrbüchern der Mathematik vorgetragen werden, so halte ich es nicht vor nöthig, diese hier weitläuftiger auszuführen. Wir wenden uns daher zu der besondern Mechanik.

§. 4.

Entwurf der besondern Mechanik.

Diese kan eingetheilt werden,

1) In den theoretischen Theil, worin die Lehre von denen mechanischen Kräften vorgetragen wird, und zwar
   a) Von der Schwere überhaupt,
   b) Vom Mittelpunkt der Schwere, in so fern dessen Lage die Ruhe oder Bewegung derer Körper verursacht. Hieraus wird bestimmt der Begrif des Hebels, bey welchem vorkommt,
      aa) Dessen Begrif,
      bb) Eintheilung,
      cc) Gesez desselben in Absicht auf die Kräfte. §. 45. Dessen Anwendung §. 49. bis 62.
      dd) Gesez in Absicht auf den Raum §. 63. bis 67.

   Daraus folgt die Lehre von Rädern.
   α) In Absicht auf die Kräfte §. 68. bis 74.
   β) In Absicht auf die Raume §. 75.

Von

Von beiden hängt ab

γ) Die Zusammensetzung der Räder.

Aus dem Gesez des Hebels in Absicht auf die Kräfte, folgt ferner die Lehre vom plano inclinato, §. 82. bis 95. und zwar

α) Wenn die Richtung der Kraft mit der Fläche selbst parallel ist §. 82.

β) Wenn sie mit der Grundfläche parallel ist, §. 83.

Hieraus folgt

αα) Die Lehre von der Schraube

א) An sich

אא) In Absicht auf die Kräfte §. 84 und 85.

בב) In Absicht auf die Raume §. 86. 87.

ב) In ihrer Zusammensetzung mit den Rädern, §. 92. bis 95.

ββ) Die Lehre vom Keil, §. 105.

Ferner die Lehre von den Rollen

α) denen einfachen,

β) zusammengesezten oder dem Strik und Kloben

αα) In Absicht auf die Kräfte §. 99. bis 103.

ββ) In Absicht auf die Raume, §. 104.

2) Der praktische Theil. Dabey kömmt vor

a) praktische Anwendung der einfachen mechanischen Werkzeuge.

b) Zu-

b) Zusammengesezte Maschinen.
Hauptsächlich
α) Mühlen
β) Bergwerksmaschinen.

Besondere Zusätze.

1. Von der Reibung.

§. 5.

Begrif derselben.

Wenn sich ein Körper A so nahe an einem andern B bewegt, daß die Hervorragungen beider gestalt an einander der stossen, der, daß die Bewegung von A dadurch gehindert wird, so sagen wir, A reibe sich mit B.

§. 6.

Anmerkung.

Man muß diese Reibung (frictio) wohl unterscheiden 1) von dem Widerstande in der Bewegung, der vom Zusammenhange entsteht. Wenn sich zwei Körper stark berühren, so hangen sie zusammen, und dieser Zusammenhang muß überwunden werden, wenn sich der eine Körper über den andern wegbewegen soll. 2) Von dem Widerstande der von der Trägheit und Schwere herrührt. 3) Von dem Widerstande, den die Luft nicht nur vermöge ihrer Trägheit und Schwere, sondern auch vermöge ihrer Schnellkraft ausübt.. Wenn sich ein Körper durch

einen

einen Hauffen kleiner Körperchen, wie z. E. der Sand ist, bewegen soll, so muß er dieselben auf die Seite stossen, diese widerstehen vermöge ihrer Trägheit und Schwere, und vermindern daher die Bewegung. Eben dieses thut auch die Luft.

§. 7.
Nothwendigkeit dieser Lehre.

Man findet aus der Erfahrung, daß, wenn eine Maschine berechnet ist, woran zwei Kräfte genau das Gleichgewicht halten, und daher die Bewegung erfolgen solte, sobald das Gleichgewicht durch eine geringe Kraft gehoben worden: daß dieses nicht zutreffe. Es müssen oft viel Kräfte angewendet werden, um die Bewegung hervorzubringen. Das macht, der Widerstand muß erst überwunden werden, der von der Reibung herrührt, ehe die Bewegung würklich erfolgen kan. Daher kömmts, daß die theoretischen Berechnungen der Maschinen so selten in Praxi zutreffen. Und eben deswegen ist es nöthig, daß man die Gesetze der Friction so viel möglich bestimme.

§. 8.
Reibung überhaupt.

Ohngeachtet die Gesetze der Reibung noch nicht mit mathematischer Gewisheit bestimmt sind, so trift doch das, was Amonton, Parent, Belidor und Muschenbroek, theils

theoretisch

theoretisch, theils durch die Erfahrung erwiesen haben, bei Berechnung der Maschine ohngefehr zu. Es sind hier drei Hauptfälle möglich. Entweder 1) die Richtung der Bewegung ist mit der horizontal Fläche paralel, oder sie ist, 2) mit einer inclinirten Fläche paralel, um in diesen beiden Fällen geschiehet die Bewegung nach einer geraden Linie, oder 3) die Bewegung geschieht nach einer krummen Linie durchs Umdrehen.

§. 9.

1) Horizontale Bewegung.

Bei der horizontalen Bewegung, ist 1) die Reibung ohngefehr dem dritten Theil der Last gleich, die Fläche des zu bewegenden Körpers mag gros oder klein seyn. Man nenne die Reibung F, die Schwere des Körpers P: so ist $F = \frac{1}{3} P$. 2) Eben dieses gilt von den Kräften, die den Körper oberwerts und seitwerts drucken. Auch von diesen muß $\frac{1}{3}$ für die Reibung gerechnet werden. 3) Macht die Richtung des Stosses mit der Richtung der würklich erfolgten Bewegung einen Winkel, so wird die Reibung desto grösser, je grösser dieser Winkel wird. Unter einem rechten Winkel ist sie unendlich gros, und es erfolgt daher gar keine Bewegung.

§. 10.

§. 10.

2) Bewegung auf einer schiefen Fläche.

Wenn ein schwerer Körper E auf einer schiefen Fläche AB liegt, so muß die Würkung der Schwere des Körpers auf die Fläche erst angegeben werden, wenn man die Grösse der Reibung bestimmen will. Die Schwere würkt senkrecht auf den Horizont. (Naturl. §. 101.) Man lasse also aus dem Mittelpunkt der Schwere C auf die horizontal Linie AD die perpendikular Linie CG fallen; so druckt diese, die Richtung der Schwere des Körpers E aus. Dieser würkt in F auf die Fläche AB unter dem spitzen Winkel x, Nun geschieht jede Würkung nach der perpendikular Linie (Naturl. §. 66.). Man ziehe daher aus C die Linie CI auf AB senkrecht: so druckt CI die Würkung der Schwere des Körpers E auf die Fläche AB aus. Man ziehe ferner mit AB durch C die Linie CH parallel: so entsteht das Parallelogram CIFH, wovon CF die Diagonal ist. Und die Kraft CF ist daher aus den Kräften CI und CH zusammengesetzt (Naturl. §. 62.). Da nun bloß die Kraft, welche den Körper an die Fläche andruckt, die Reibung verursacht; die Kraft CH aber mit AB parallel ist, folglich auf diese Fläche nicht würkt: so muß die Reibung in diesem Fall $\frac{1}{3}$ CI seyn. Tab. XIII. Fig. 1.

Hieraus läßt sich die Reibung beim Keil und der Schraube berechnen. Bewegt sich ein Körper an einer vertikalen Fläche herunter, so ist die Reibung der dritte Theil der andrückenden Kraft. Woraus sich die Reibung der Stampfer, ingleichen der Schuzbretter bei Schleusen berechnen läßt. Die Kraft, welche einen Stampfer oder Schuzbrett gerade in die Höhe heben soll, muß nicht nur die Schwere desselben überwinden, sondern auch den dritten Theil der druckenden Kraft. $V = G + \frac{1}{3} F$.

§. 11.

3) Umdrehende Bewegung.

Tab. XIII. Fig. 2.

Hier ist ein dreifacher Fall möglich. Entweder es drehet sich ein Hebel, der mit Gewicht beschwert ist, auf einer Fläche im Kreis herum. Oder eine Welle drehet sich in Pfannen um ihre Axe. Oder ein Hebel bewegt sich um eine durch ihn gehende Welle auf und nieder. 1) Man stelle sich den Hebel AB vor, dessen Arme AC und BC gleich sind. In A sey ein schwerer Körper, der horizontal auf einer Fläche, durch die auf AB perpendikulair würkende Kraft BD umgedrehet werden soll. So wird auch hier die Reibung der halben Schwere des Körpers A gleich seyn. Sind aber die Arme des Hebels ungleich, so ist es klar, daß die Kraft der Entfernung vom Ruhepunkt umgekehrt proportionirt

portionirt seyn müsse. Es verhält sich also hier die Entfernung der Kraft zur Entfernung der Last, wie ein Drittel der Schwere des Körpers A zur Reibung. Oder wenn d die Entfernung, V die Kraft, G die Schwere von A, und F die Reibung bedeutet; so verhält sich $dV : dG = \frac{1}{3}G : F$. Und also $F = \frac{dG \times G}{3\,dV}$. Wenn AEBF die Grundfläche eines schweren Cylinders ist; so theile man den Radium CB in 3 gleiche Theile in H und G, so ist $CG = \frac{2}{3}CB$. Man stelle sich vor, die Schwere des ganzen Cylinders sey in G als im Mittelpunkt der Schwere beisammen. Die Entfernung der Last wird also CG seyn Daraus läßt sich die Kraft, welche die Reibung überwinden soll, leicht berechnen. Weil die Würkung der Schwere zunimmt so wie die Geschwindigkeit grösser wird: so muß die Reibung bestimmt werden, aus dem dritten Theil der Schwere multiplicirt in die Geschwindigkeit. Die Geschwindigkeiten verhalten sich wie die Raume, wenn die Zeiten gleich sind, die Raume aber sind hier die Peripherien. Nun ist $CG = \frac{2}{3}CB$; daher die Peripherie von $CG = \frac{2}{3}$ der Peripherie von CB. Will man also die Grösse der Reibung eines stehenden Cylinders finden: so muß man $\frac{1}{3}$ von der Peripherie mit der Schwere multipliciren, und das Produkt

durch 3 dividiren. Oder $F = \frac{G \times \frac{2}{3} p}{3}$ $= \frac{2}{9} G \times p$. Hieraus läßt sich die Reibung der Mühlsteine berechnen. Bei welchen vorausgesezt wird, die bewegende Kraft sey wegen der in der Oefnung CIK befindlichen Haue, in K. Hier verhält sich die Kraft zu dem eben angegebenen Produkt, wie CG:CK. Ist aber die bewegende Kraft in B; so verhält sie sich zu dem eben angezeigten Produkt, wie CG: CB, das heist, umgekehrt wie die Entfernung von C.

Tab. XIII. Fig. 3. 2) Ist ein liegender Cylinder AB in den Pfannen C und D beweglich, und soll um seine Axe gedrehet werden, so ist die Reibung die Hälfte der Schwere. Oder $F = \frac{1}{2} G$. Dieses gilt auch von denen an die Welle gehangten Gewichten. Auch diese müssen halbirt werden, um die Grösse der Reibung zu bestimmen. Sind zwei an einer Welle angebrachte Kräfte einander gerade entgegengesetzt, so daß die eine so stark herauf als die andere herunter zieht; so heben sie einander auf, und man halbirt vor die Reibung, nur die Schwere der Welle. Machen beide Kräfte einen schiefen Winkel, so sieht man die Richtung der Kräfte als die Seiten eines Vierecks an, dessen Diagonal die Grösse der zugleich würkenden Kräfte ist, und halbirt werden muß, um die Reibung

zu

zu berechnen. Liegt die Welle in Zapfen, so verhält sich der Durchmesser der Welle zum Durchmesser des Zapfens, wie die halbe Schwere, welche vor die Reibung der Welle gerechnet wird, zur Reibung des Zapfens.

3) Ist ein Hebel AB um eine Welle CDEF beweglich, und die Arme desselben sind gleich, so muß man die Schwere des Hebels samt denen in A und B befindlichen Kräften halbiren, wie n. 2, um die Reibung zu überwinden. Da aber die Bewegung desto leichter wird, je länger die Arme des Hebels sind, oder je kleiner der Radius der Welle ist, so berechnet man die zur Ueberwindung der Reibung nöthige Kraft, in dem man schließt: wie die Länge des Arms CB sich verhält zum Radio der Welle CF; so verhält sich die Hälfte der Schwere des Hebels und der applicirten Kräfte, zur Kraft, welche die Reibung überwindet. Tab. XIII. Fig. 4.

§. 12.

Warum diese Gesetze nicht allezeit zutreffen.

Die Erfahrung lehrt, daß diese Gesetze nicht allezeit genau zutreffen. Die Ursache davon kan leicht bestimmet werden.

1) Erstlich kan der Zusammenhang (§. 6.) nicht allemahl von der Reibung unterschieden werden, folglich da dieser einen starken Einfluß in die Bewegung hat, muß die Kraft, welche man nach diesen Gesetzen berechnet hat,

zu klein seyn, indem sie nicht hinreichend ist, den Zusammenhang derer Theile zu überwinden. 2) Ist die Unebenheit derer Oberflächen nicht allezeit gleich. Je grösser die Unebenheit einer Fläche ist, desto stärker muß der Widerstand und daher auch die Reibung seyn. Ueber dieses können die hervorragenden Theile so beschaffen seyn, daß sie leicht zerbrechen. Geschieht dieses, so muß freilich die Reibung vermindert werden. 3) Muß auch die Reibung verändert werden, wenn sich die Grösse der Oberfläche derer Körper ändert. So wie die Oberfläche ab = und zunimmt, so muß auch die Anzahl derer hervorragenden Theile vermehrt und vermindert werden. Und wer siehet nicht, daß der Widerstand davon abhänge? Amonton leugnet dieses, man kan ihn aber aus der Erfahrung so wohl, als a priori leicht widerlegen. 4) Hat der Widerstand der Luft einen grossen Einfluß in die Bewegung der Körper. Wir sehen dieses deutlich an dem Fluge der Bomben, der Bewegung der Schiffe u. s. w. 5) Endlich ist es leicht zu begreifen, daß die Geschwindigkeit derer bewegten Körper einen grossen Einfluß in die Reibung habe. Wenn ein Widerstand gehoben werden und eine Bewegung erfolgen soll; so muß die Kraft desto grösser seyn, je kleiner die Zeit ist. Und ich sehe nicht ein, warum der Widerstand, den die Reibung verursacht, hiervon ausgenommen seyn solte?

§. 13.

§. 13.

Reibung derer Räder.

Die Erfahrung hat bei Rädern folgendes gelehret.

1) Daß die Friction derer Räder grösser werde, wenn sie wenig Zähne bekommen; daß sie hingegen geringer werde, wenn die Anzahl derer Zähne vermehrt wird. Je weniger nemlich Zähne sind, desto mehr werden die Direktionslinien einander entgegengesetzt, und daher sind die Kräfte grösser, welches freilich die Reibung vermehren muß. 2) Wenn ein Rad von wenig Zähnen in ein vielzähnigtes eingreift und dasselbe bewegt, so ist die Reibung nicht so groß, als wenn das vielzähnigte das mit wenig Zähnen bewegen soll. 3) Wenn ein Stirnrad in einen Trilling oder eine zähnigte Welle greift, so ist die Reibung nicht so groß, als wenn es in ein anderes Stirnrad greift. 4) Kammräder haben ungleich mehr Friction als Stirnräder.

§. 14.

Gesez der Reibung derer übrigen Körper.

Bei allen übrigen Körpern hat man nur das einzige allgemeine Gesez bemerkt, daß zwei Körper von einerlei Art sich stärker reiben, als zwei Körper von verschiedener Art. Z. E. Stahl auf Stahl reibt sich stärker, als Stahl auf Meßing. Dabei haben die Ver-

suche gelehrt, daß der Stahl sich mit dem Meßing am wenigsten reibe, stärker mit Bley, noch stärker mit Kupfer, Zinn u. s. w. Man bestimmt dieses durch das sogenante Tribometer des Muschenbroek, welches in einem hölzernen Cylinder besteht, durch welchen eine starke metallene Axe geht, die an beiden Enden stählerne glat polierte Zapfen hat. Diese Zapfen können in Pfannen von verschiedener, Art von Holz, Zinn, Stahl Meßing u. d. bewegt werden. Um die hölzerne Walze geht ein Strick, an welches zwei gleiche Gewichte gehängt werden. Auf der einen Seite wird eine Wageschale mit Gewichten angebracht, die, wenn sie herunter sinkt, die Walze umdreht. Da hat die Erfahrung gelehrt, daß bei harten hölzernen und trocknen Pfannen, die Reibung 10. Quentchen betragen; waren sie aber mit Oehl geschmiert, nur 6. Quentchen. Hing auf beiden Seiten 1. ℔. so war die Reibung ohne Oehl 12 Quentl., mit Oehl 10. Quentchen. Eben diese Zapfen erforderten, mit 1. ℔. beschwert, die Reibung zu überwinden, in Pfannen von Stahl, trocken 11. Quentl.; mit Oehl, 10. Quentl. In Pfannen von Kupfer, trocken 8. Quentl, mit Oehl, 7. Quentl. In Pfannen von Zinn, trocken 11. Quentl.; mit Oehl, 9. Quentl. Im Blei, trocken 7. Quentl. mit Oehl 6. Quentl. In Pfannen von Meßing trocken 6. Quentl., mit Oehl $5\frac{1}{2}$.

§. 15.

§. 15.

Verminderung der Reibung.

Die Reibung kan auf eine doppelte Art vermindert werden, 1) theils indem man das wegschafft, was die Reibung verursacht, 2) theils indem man das entfernt und vermeidet, was die Reibung zufällig vergrössern kan. Die Reibung zu vermindern müssen also 1) die Ursachen der Reibung vermindert werden. Dieses geschieht, a) indem die Ungleichheiten weggenommen werden, welches auf eine doppelte Art geschehen kan. aa) Entweder indem man die Vertiefungen ausfüllt, oder bb) indem man die hervorragenden Theile wegschafft. Das erste geschieht durch Fett, Baumöhl, Seife, Wasser, und andere flüßige Körper, welche zwischen beide Körper gebracht werden. Man hat auch hier aus der Erfahrung gefunden, daß bei Metall mit Metall, Baumöhl oder Ochsenklauenfett; bei Metall und Holz, Talg; bei Holz mit Holz, Seife; bei Holz und Stein, Wasser genommen werden müsse. Das zweite erfolgt entweder durch eine vorher geschehene Politur, oder durch die Bewegung selbst, da die Theile sich auf einander abschleifen, und die Ungleichheiten daher verliehren. b) Indem die sich reibende Oberfläche vermindert wird. Dieses geschiehet, aa) indem man die sich reibenden Wellen in Zapfen legt. Je

dünner diese Zapfen sind, desto geringer ist die Friktion. bb) Indem man bei stehenden Wellen die Zapfen spiz macht. Denn so berührt sich der Zapfen mit der Pfanne in wenig Punkten. Doch muß die Spitze nicht nach einem spitzen, sondern stumpfen Winkel gemacht werden, weil der Zapfen die Pfanne sonst durchbohren würde. cc) Wenn man bei Walzen, so sich um den vierten Theil ohngefehr umdrehen, die Zapfen unten scharf macht. Wie dieses bei Glocken, Wagebalken u. d. g. geschieht. Man kan die Schärfe nach einem Winkel von 60°, die Pfanne aber entweder rund, oder nach einem Winkel von 120° machen. dd) Indem man die Zapfen, an statt sie in Pfannen zu legen, zwischen zwei Walzen legt. c) Indem man die gerade Bewegung in ein Fortwelzen verwandelt. Dieses geschieht α) durch Walzen, die man unter die zu bewegende Last legt. β) Durch Rollen, bei Seilen, die um eine Welle oder andern Körper gehen. γ) Durch Räder, die um eine Axe beweglich sind, und, indem sie sich umdrehen, die Last leichter fortbringen, dergleichen die Karren- und Wagenräder sind. Und endlich würkt δ) das Oel und Fett selbst zum Theil auf diese Art, indem die Theile desselben sehr schlüpfrig sind, über einander wegglitschen. 2) Muß zur Verminderung der Reibung alles das weggeschafft werden, was dieselbe zufällig vermehrt.

mehrt. Dahin gehört a) der Sand oder anderer Unrath, der in den Pfannen oder zwischen die Zähne der Stirnräder und Getriebe sich sezt, weil nicht nur der Sand an sich der Bewegung widersteht, sondern auch die Oberfläche der Pfannen oder Zapfen und Räder rauher macht, und dadurch die Ungleichheiten der Oberflächen vermehrt. b) Dick gewordener Theer bei Wagenrädern, oder dickes Fett und Schmuz bei Uhren und andern feinem Räderwerk, wodurch der Zusammenhang vermehrt und die Bewegung zufällig gehindert wird. c) Die Erhizung bei schneller Bewegung, dehnt Räder, Trillingsstöcke und Getriebe aus, bringt die Flächen dichter an einander, und macht, daß die Ungleichheiten der Oberflächen stärker in einander greifen. Eben dieses geschieht d) bei hölzernem Räderwerk durch die Feuchtigkeit und das dadurch entstandene Aufquellen. Man muß daher bei allen Maschinen, sorgfältig die Zapfen und Pfannen von Sand, Staub und Schmuz reinigen; ingleichen, so viel möglich, die Erhizung, besonders bei den metallenen Maschinen, vermeiden; bei hölzernen aber sich in Acht nehmen, daß sie nicht unnöthig an feuchten Orten stehen und sich das Holz dadurch werfe.

2. Praktische Anwendung verschiedener einfacher mechanischer Werkzeuge.

§. 16.

1) Der Hebel.

Unter den einfachen mechanischen Werkzeugen ist der Hebel der erste und wichtigste. Fast bei allen Werkzeugen, bei Messern, Scheeren, Degen u. s. w. ist der Grund ein einfacher oder doppelter Hebel. Ja der menschliche Körper selbst ist aus Hebeln der zweiten Art (vectis homodromus) zusammengesezt, die Arme, die Schenkel und Beine, die Finger und Zähen, der Unterkinbacken, ja selbst die Ribben sind Hebel. Die Muskeln sind die bewegenden Kräfte, welche näher an der Unterlage befestigt sind, und daher uns nicht so wohl einen Vortheil der Kraft, sondern der Zeit verschaffen.

Ausser uns finden wir in den gewöhnlichen Werkzeugen, einen doppelten Gebrauch des Hebels. Es wird dadurch entweder eine Bewegung hervorgebracht, oder man bestimmt dadurch die Schwere der Körper. Wenn A) eine Bewegung hervorgebracht wird, so ist dieselbe a) entweder einfach, in allen denen Werkzeugen, wodurch bloß etwas bewegt

werden

werden soll, oder b) der Hebel ist mit dem Keil verbunden, wenn zugleich der Zusammenhang der Theile getrennet wird.

§. 17.

a) Einfacher Hebel.

Von diesem finden wir drei Arten, nachdem die Bewegung blos einfach geschieht, oder abwechselnd in der Richtung ist (motus reciprocus), oder eine drehende Bewegung erfolgen soll. 1) Eine einfache Bewegung finden wir bei jeder **Stange** und **Hebebaum**, wodurch Mäurer und Zimmerleute Steine und grosse Balken in die Höhe heben. 2) Eine wechselsweise Bewegung geschieht durch **Schwengel, Schwingen** und **Kurbeln.** Häufige Beispiele davon kommen an Schneidemühlen, Graupenmühlen, Wasserplumpen und Druckwerken vor. 3) Eine umdrehende Bewegung geschieht bei den **Winden, Haspeln**, auch den **Deichseln** bei Roßkünsten und Roßmühlen. Dahin gehören auch zum Theil die **Wagendeichseln.**

§. 18.

Die Hebelade.

Da bei dem Hebel die Gewalt desto grösser ist, je kürzer der Arm ist, woran sich die Last befindet, so sieht man leicht, daß eine Last dadurch nicht sehr hoch gehoben werden könne. Man hat daher, um durch einen blos-

sen

sen Hebel die Lasten höher zu heben, ein Instrument erdacht, worin die Unterlage beweglich ist, und nebst dem Hebel selbst höher gelegt werden kan. Es ist dieses die Hebelade, welche folgendermassen eingerichtet ist. Es ist ein offener Kasten ABCDEFGH, in dessen gegen einander über stehenden Wänden AE und DF sich zwei Reihen Löcher a, b, und c, d befinden. Diese sind dergestalt eingerichtet, daß die Löcher der Reihe a und c gleich hoch liegen, und eben so ist es mit denen Reihen b und d. Man kan daher durch I und K eine eiserne Stange stecken, welche die Unterlage des Hebels ist. Der Hebel selbst ist eine starke hölzerne Stange LM, an deren Ende in L sich ein eiserner Haken befindet. Diese Stange hat in N, O, P, runde Einschnitte, in deren Höhlung sich die eisernen Stäbe, dergleichen IK ist, genau passen. Ihre Entfernung von einander muß so groß seyn, als die Entfernung derer durch die Löcher gesteckten eisernen Stangen. Wenn man diesen Hebel auf die Stange IK als auf eine Unterlage legt, und ihn so hoch in die Höhe hebt, daß diese Stange durch das zweite Loch gesteckt werden kan, und dieses nach und nach fortsetzt, so wird der Hebel samt der zu hebenden Last, endlich um die Höhe der ganzen Hebelade in die Höhe gebracht.

Tab. I. Fig. 2.

§. 19.

§. 19.

b) Zusammengesetzter Hebel.

Dem Hebel wird zugleich die Gestalt des Keils gegeben bei Schwerdtern, Messern und Scheermessern, besonders aber beim Brecheisen. Dieses ist ein Hebel, der seine Unterlage bei sich führt, der an dem kurzen Arm die Gestalt eines Keils hat, um Nägel auszureissen, Thüren und Schlösser aufzusprengen, u. s. w. Es besteht aber ein Brecheisen aus einer starken eisernen Stange ABCD, welche bei B gebogen ist, in CD einen keilförmigen scharfen Rand mit einem Einschnit bei C hat. Dieses Einschnittes wegen, wird es auch, zumahl wenn es etliche Fuß lang ist, ein Kuhfuß genannt. Wird BD horizontal gelegt, so macht AB mit dem Horizont einen Winkel, und A steht in der Höhe. Wird A niedergedrückt; so bewegt sich die Schärfe BCD, samt der darauf liegenden Last, in die Höhe. Und durch den Einschnit bei E können Nägel und andere hervorragende Dinge gefaßt und in die Höhe gehoben werden. Tab. I, Fig. 1.

Hieher gehört auch die Kneipzange, die aus zwei an einem Gewinde befestigten, am kurzen Ende gekrümmten keilförmigen Hebeln zusammengesetzt ist.

§. 20.

Theorie der Waagen.

Wenn B) der Hebel nur zur Bestimmung

mung der Schwere der Körper gebraucht wird; so erhalten wir dadurch die gemeinen Waagen und Schnellwaagen. Wir bemerken hier

a) Den allgemeinen Begrif einer Waage. Sie ist ein Instrument, wodurch die Schwere der Körper bestimmt wird.

b) Ihre Eintheilung. Weil die Schwere theils in Absicht auf die Grösse des Körpers betrachtet werden kan, welches die besondere Schwere (grauitas specifica) heist: theils an sich als die absolute Schwere angesehen wird; so muß es auch zweierlei Waagen geben: aa) solche, welche die besondre, Schwere bestimmen, dieses sind die Hydrostatischen, der Wasserwaagen, deren Theorie nicht in die Mechanik, sondern in die Hydrostatik gehört, bb) solche wodurch die absolute Schwere bestimmt wird. Dieses heissen mechanische Waagen. Die absolute Schwere kan theils durch eine Feder, theils durch einen Hebel bestimmet werden.

Tab. XIII. Fig. 5.

α) Durch ein Elastrum wird die absolute Schwere der Körper auf folgende Art bestimmt. An einem eisernen hohlen Cylinder AB ist unten in C ein Haaken, woran man ein beliebiges Gewicht P hängen kan. In B ist eine starke Feder befestigt, an welcher sich eine viereckte Stange DE befindet, welche oben in D mit einem Haacken oder Ring versehen ist, woran das Instrument aufgehängt

hängt werden kan. An dieser Stange sind Striche mit Numern von 1 bis 20 und mehr Pfund befindlich, dergestalt daß wenn in P ein Pf angehängt wird, so wird die Stange DE bis Nr. 1. herausgezogen; von 2 Pf. bis 2 u. s. w. Doch sind diese Waagen wegen der sich schwächenden Schnellkraft der Feder nicht accurat. β) Durch einen Hebel. Hier wird αα) entweder erfordert, daß die abzuwiegende Last dem Gewicht jederzeit gleich sey, welches nicht anders als bei gleichen Armen erfolgen kan. Dieses heissen gemeine Waagen. Oder β 3) man kan mit einerley Gewicht, Lasten von verschiedener Schwere abwiegen, wozu Arme von ungleicher Länge, aber gleicher Schwere, erfordert werden. Dieses heissen Schnellwaagen.

§. 21.

Die Schrauben.

Diese werden praktisch mehrentheils an solchen Orten angebracht, wo eine grosse Gewalt in einem kleinen Raum ausgeübt werden soll. Sie haben einen dreifachen Nutzen. 1) Dienen sie etwas zu befestigen. Dahin gehören die Schrauben an den Französischen und andern Schlössern, die Schrauben in den Uhren und an andern Maschinen, wo eine starke Befestigung in einem kleinen Raum erfolgen soll. Hierher gehört auch der Schraubenstock, dessen sich die Schlösser,

Uhrmacher und Mechanici mit grossem Nutzen bedienen. 2) Zum Druck. Hierher gehören die Hauspressen zum Pressen der Wäsche, die Siegelpressen, die Druckerpressen u. d. g. ja selbst die Daumschrauben. Vor allen andern aber ist die Münzpresse sehr wichtig. Die kleine Münze bis zu 4 gr. Stücken werden nemlich durch das Klipwerk geprägt, das ist, durch einen schweren Hammer, womit man auf das Prägeeisen schlägt, in welchem der Revers ist (der Theil der Münze, wo das Wapen steht). Unten befindet sich der Prägestock mit dem Avers (der Theil der Münze, wo sich das Brustbild befindet). Durch einen solchen Schlag wird die Münze fertig. Allein zu grössern Geldsorten gehört der Anwurf (balancier). Dieses ist eine sehr starke Schraube von Stahl CD, welche durch die Schraubenmutter E durchgeht, und im Umdrehen auf den Sattel F des Schußeisens GH druckt, an welchem sich in H der obere, so wie in I der untere Stempel befindet. Diese Schraube wird durch den Hebel ABC umgedrehet, der gleiche Arme hat und an dessen beiden Enden in A und B sich grosse Bleykugeln befinden, welche von zwei Personen hin und zurückgestossen werden. 3) Zur Hebung einer Last. Hierher gehören die grossen Schrauben der Zimmerleute, welche sie durch Hülfe einer durch die Spindel gesteckten Stange umdrehen, und dadurch die

Tab. XIII. Fig. 6.

Hauptholzer der obern Etagen, wenn sich ein Gebäude gesenkt hat, in die Höhe heben, Ingleichen die Schraube ohne Ende, und die mit derselben versehenen Winden. Die Schrauben pflegen von Holz oder Stahl zu seyn. Die hölzernen sind von hartem Holz, als Weißbüchen, Wildbirnbaumholz und dergleichen; und man gebraucht sie zu allen Arten von Pressen, wie die Buchdrucker und dergleichen. Derer metallenen bedienen sich die Schlösser, Mechanici, Uhrmacher, und besonders werden sie zu denen Müntzen gebraucht.

§. 22.

Der Keil.

Der Keil dienet in der Praxi 1) etwas zu befestigen. Daher treibt man Keile zwischen Höltzer, die scharf angedruckt und dadurch befestigt werden sollen. 2) Etwas zu erheben. Dieses geschieht durch Keile, die nach und nach unter eine Last geschlagen werden. 3) Etwas zu zerspalten oder zu trennen. Diesen treffen wir bei allen schneidenden Sachen, Scheeren, Messern, Degenklingen, Beilen u. so weiter an. Besonders bedient man sich derer hölzernen Keile, bei Zerspaltung des Holzes, und derer Federkeile bei Zerspaltung der Felsen. Dieses sind Keile, die zwischen zwei Bleche eingeklemmt, und in die Ritzen derer Felsen getrieben werden.

§. 23.

Die Räder.

Die Räder können in folgende Klassen gebracht werden: 1) entweder sie verursachen eine Bewegung, oder 2) sie erhalten dieselbe, oder 3) sie vermindern bloß die Reibung, oder 4) sie heben Lasten in die Höhe.

1) Die Räder, so zur Bewegung dienen, thun dieses entweder, indem sie an einer Welle befestigt sind, welche durch ihre Umdrehung mit gedrehet wird; oder durch gewisse an ihrer Peripherie befindliche Hervorragungen, die Zähne oder Rammen heissen; oder durch ein um die Peripherie gewundenes Seil.

a) Die so an einer Welle befestiget sind, welche durch ihre Umdrehung eine Maschine in Bewegung sezt, werden bewegt aa) entweder durch die Schwere α) des Wassers, und heissen **Wasserräder**, und diese werden αα) bloß durch die Schwere und den Fall des Wassers bewegt, und werden **Oberschlächtige Wasserräder** genant. Oder ββ) durch die Schwere und den Stoß zugleich; diese heissen **Unterschlächtige Wasserräder.** β) Der Thiere und Menschen. Dieses sind **Treträder.** bb Oder durch eine andre von aussen angebrachte Kraft. Dahin gehören die **Haspelräder** an den Panstermühlen.

b) Die

b) Die Räder, welche durchs Eingreifen gewisser Hervorragungen andere bewegen, haben α) entweder die Hervorragungen oder Zähne an der Stirne der Peripherie, und diese sind αα) in ihrem Obertheil gegründet. Diese Räder heissen **Stirnräder.** Oder ββ) die Zähne sind spitz und zurück gebogen, **Sperräder,** welche durch eine **Sperrklinke** gehalten werden. Oder β) die Hervorragungen stehen an der Seite der Peripherie und heissen **Kammen.** Die Räder heissen daher **Kamräder.** Oder γ) sie bestehen aus 2 Scheiben, zwischen welchen sich cylindrische Stöcke befinden. Diese heissen **Trillinge oder Getriebe.**

c) Die Räder, welche durch ein um ihre Peripherie geschlungene Schnur andere Räder in Bewegung setzen, heissen **Seilräder.** Sie sind an ihrer Stirne mit einer Vertiefung versehen, in welche sich das Seil einschließt. Gewisser massen gehören auch hieher die **Trommeln** in den Uhren; dieses sind Walzen, welche durch eine um sie gewundene Kette durch ihre Umdrehung die ganze Maschine bewegen.

Alle diese Arten von Rädern werden in der Praxi fast bei allen Arten von grossen und zusammengesezten Maschinen gebraucht, bei Mühlen, Krahnen, Uhren u. s. w. Wovon weiter unten genug Proben vorkommen werden.

2) Diejenigen Räder, welche nur zur

Erhaltung der Bewegung dienen, heissen Schwungräder. Diese sind entweder von Blei oder von Holz, in dessen Felgen Blei eingegossen ist. Sie müssen sehr schwer seyn, weil sie die einmahl empfangene Bewegung, ihrer Schwere und Masse wegen, eine Zeitlang fortsetzen müssen. Sie kommen bei allen Maschinen vor, wo die Bewegung gleichförmig erhalten werden muß. 3) Diejenigen Räder, welche blos die Reibung vermindern, sind die bekandten Wagenräder. Sie werden nur gebraucht, Lasten mit leichterer Mühe fortzuschieben, und werden daher an Karren und Waagen angebracht. 4) Die Räder, wodurch Lasten in die Höhe gehoben werden, sind meist nur in der Hydraulik gebräuchlich, und wenn sie Wasser in die Höhe heben, so heissen sie Schöpfräder. Oft werden auch Lasten durch Treträder gehoben.

§. 24.

Rollen und Kloben.

Einfache Rollen werden an allen den Orten angebracht, wo etwas zu heben oder zu ziehen ist, um die Reibung der Seile zu mindern. Der Kloben wird hauptsächlich beim Bau gebraucht, Steine und andre Lasten in die Höhe zu ziehen. Ingleichen auf den Schiffen. Er kan auch sehr vortheilhaft bei einer Last angebracht werden, die horizontal oder auf einer schiefen Fläche, durch einen

nicht

nicht gar zu grossen Raum bewegt werden sollen. Z. B. Wenn Schiffe über Rollbrücken gezogen werden sollen. Ing'eichen wenn grosse Bäume mit den Wurzeln ausgehoben und fortgeschafft werden sollen.

§. 25.

3) Zusammengesetzte Maschinen.

Ausser denen Mühlen, Wassermaschinen und Bergwerksmaschinen, welche wir hernach besonders betrachten werden, wollen wir hier nur einige der nützlichsten Maschinen durchgehen, deren 1) einige etwas heben, 2) andere etwas fest schlagen, 3) andere etwas präpariren, und 4) noch andere gewisse gleichförmige Bewegungen hervorzubringen dienen, und zum Theil gebraucht werden, die Zeit in gleiche Theile abzutheilen.

§. 26.

1) Haspel, Winde, Krahn.

1) Zum Heben braucht man a) eine Welle, die entweder horizontal auf Zapfen liegt, und durch eine Kurbel oder Kreutz gedrehet werden kan, oder auch, wie bei den Göpeln auf Bergwerken, senkrecht steht. Eine horizontale Welle, um welche ein Seil geht, das durch deren Umdrehung aufgewunden wird, heißt ein Haspel oder Winde. b) Ein Stirnrad, das in eine mit Zähnen versehene Stange greift. Dieses heißt eine

Waagenwinde. Das Stirnrad wird durch eine Kurbel gedrehet. Man versieht das Stirnrad auch oft, die Kraft zu verstärken, mit einer Schraube ohne Ende, an deren Spindel die Kurbel ist. c) Man braucht, schwere Lasten zu heben, auch einen Krahn. Dieser besteht aus einer stehenden Welle AB, die in dem Fußgestelle DC durch Streben gehalten wird. Um diese feststehende Welle bewegt sich die Hülsel, mit denen daran befestigten Balken MN, und dem an selbigen festen Schnabel KIM. In I und an den Bändern H, H sind meßingene Rollen, über welche ein dickes Tau geht, welches durch die Umdrehung der horizontalen Welle FG aufwickelt. An dieser Welle ist das grosse Tretrad E, welches inwendig durch Menschen getrieben wird. Der über FH l gehende Strick ist in P befestigt und geht bei O über einen beweglichen Kloben, an welchem die aufzuziehende Last befestigt wird.

§. 27.

2) Der Rammel.

Pfähle in die Erde einzuschlagen, bedient man sich des **Rammels.** Dieser ist von zweierlei Art, einige sind Hammer-Rammeln, wo ein schwerer Hammer durch eine mit Daumen versehene Welle gehoben wird. In anderen wird der Rammel in die Höhe gezogen, und schlägt, indem er herunter fällt,

durch

durch seine mit dem Fall vermehrte Schwere, die Pfähle ein. S. J. W. Haasens Beschreibung von 7 Arten Rammaschinen. Berl. 1771.

§. 28.

3) Weberstühle. Drehbänke.

Zur dritten Klasse von Maschinen, wodurch etwas zubereitet wird, gehören hauptsächlich die **Weberstühle, Bandmaschinen** u. d. g. In allen diesen Maschinen werden Fäden von Baumwolle, Seide, Zwirn und Garn so mit einander verbunden, daß daraus Kattun, Stoffe, Bänder und Leinewand wird. Sie bestehen aus Stühlen, oder einem Gestelle, mit Walzen oder Bäumen, einem Kamm, der durch Tritte regiert wird, einer Stellruthe und Schützen oder Schiff. Auf den **Spinnrädern** wird die Wolle und Flachs gesponnen. Diese werden durch ein Seilrad mit einer Schnur, durch treten und drehen bewegt. Die **Drehbänke** der Drechsler werden durch eine Schnur, die über das abzudrehende Holz geschlungen, oben an der mit einer Feder versehenen **Wippe** und unten am Tritt befestigt ist, bewegt. Man hat auch **Figurirbänke** vor Kunstdreher mit einem Seilrade.

§. 29.

4) Bratenwender. Uhren.

Zur vierten Klasse gehören die mit einem Gewicht oder Feder versehene Braten-

wender, die durch ein Schwungrad oder Perpendikel eine gleichmäßige Umdrehung des Bratspiesses hervorbringen. Hauptsächlich aber gehören hierher die Uhren. Diese werden entweder durch die Schwere, oder durch eine elastische Stahlfeder bewegt. Zur ersten Klasse gehören die Wasser-Uhren und die Pendel-Uhren. Zur lezten die Tafeluhren und Taschenuhren. Die Taschenuhren und Tafeluhren, sind wieder mit oder ohne Schlagwerk. Wir wollen zur Probe nur die Beschaffenheit einer einfachen Taschenuhr untersuchen. Die ganze Uhr wird in zwei Theile getheilt, 1) in die Uhr selbst, M, 2) in das Vorlegewerk, N. In der Uhr selbst ist die Feder an der durch die Trommel gehenden Welle und an der Trommel A selbst von aussen befestigt, und drehet dieselbe durch ihre Entwickelung um. Die Kette die mit einem Ende an der Trommel befestigt ist, geht 6 mahl um die Trommel, und diese drehet sich in 4 Stunden einmahl um. Daher wickelt sich die Kette in 24 Stunden ganz um die Trommel. Das andere Ende der Kette ist an dem Schneckenkegel B befestigt, welcher oben, wo die Kette zuerst sich abwickelt, enger, unten aber weiter wird, und in dessen vertieften Gängen die Kette einschließt. Unten am Schneckenkegel befindet sich ein Sperrad, in dessen Zähne eine Klinke eingreift, die sich am Schneckenra-

Tab. XIV. Fig. 1.

de

de befindet, welcher unter dem Kegel liegt. Dieses hat 48 Zähne, und greift in das 12zähnigte Getriebe C des grossen Bodenrades von 54 Zähnen. Dieses greift in das 12zähnigte Getrieb des kleinen Bodenrades D von 48 Zähnen. Dieses bewegt das 6zähnigte Getrieb des Krohnenrades E von 45 Zähnen. Es ist dieses ein Kammrad, und greift in das horizontal liegende Getriebe F des Steigerades von 15 Zähnen. Die Zähne dieses Rades greifen wechselsweis in die 2 Lappen G der Spindel, an welcher die Unruhe H befestigt ist. Diese wird durch die Schnellkraft einer stählernen Haarfeder, die durch einen Rechen mehr oder weniger gespannet werden kan, auf eben die Weise in gleichförmiger Bewegung erhalten, wie der Perpendikul an Pendel-Uhren von der Schwere.

An der Welle des grossen Bodenrades C, welche durch das Vorlegewerk durchgeht, sizt von aussen auf dem Zifferblat der grosse Minuten-Weiser P. An dessen Welle ist das Getriebrad von 12 Stäben N befestigt, welches in das Stirnrad K von 36 Zähnen greift. An dessen Welle befindet sich ein Getriebe von 10 Stäben, so in das 40zähnigte Rad (Stundenrad) L eingreift, an dessen dicken Welle der kleine Weiser befestigt ist.

Es können daher die Zeiten der Umdrehung beider Weiser leicht berechnet werden. Wenn sich der Schneckenkegel alle 4 Stunden

einmahl

einmahl umdreht, so drehet sich das 48zähnigte Schneckenrad zugleich. Dieses greift in ein Getriebe von 12 Stäben. Man dividire daher 48 durch 12, so zeigt der Quotient 4 an, das das Getriebe in 4 Stunden sich viermahl, das ist in einer Stunde einmahl, umdrehe. An der Welle dieses Getriebes ist das grosse Bodenrad, und an dessen Welle der grosse Minuten-Weiser befestigt. Es dreht sich daher dieser alle Stunden einmahl um. Nun ist an eben dieser Welle im Vorlegewerk ein 12zähnigtes Stirnrad I befestigt, dieses drehet sich daher auch in einer Stunde einmahl um. Dieses greift in ein Rad von 36 Zähnen; und das an dessen Welle befestigte Getriebe von 10 Stäben in das 40zähnigte Rädel. Man dividire also 36 durch 12, und 40 durch 10 (§. 63 Mech. Wolf.) und multiplicire die herauskommenden Quotienten 3 und 4 durch einander, so zeigt das Product 12 an, daß das Rad I sich 12 mahl herum drehe, ehe L sich einmahl drehet. Das heißt, L kommt in 12 Stunden einmahl herum. An der Welle dieses Rades aber ist der kleine oder Stunden-Weiser befestigt. Daher bewegt sich dieser in 12 Stunden einmahl um die ganze Stundenscheibe herum.

Erste Gründe
der
Mühlenbaukunst.

§. 1.

Einleitung.

Wir müssen hier 1) einen allgemeinen Begrif der Mühlen geben, 2) die Mühlen in ihre verschiedene Klassen theilen, 3) die allgemeine Einrichtung aller Mühlen hinzufügen, wozu die Theorie des in den Mühlen vorkommenden Räderwerks gehört; und endlich 4) die besondere Arten der Mühlen erklären.

§. 2.

1) Begrif der Mühlen überhaupt.

Mühlen sind solche Maschinen, worin durch angebrachte Räder und Getriebe, eine umdrehende Bewegung erhalten wird, durch welche gewisse Materien leichter präparirt werden.

Anmerkung.

Durch alle Mühlen werden gewisse Materien, Korn, Pulver, Papier, Pfeffer u. s. w. präparirt. Dadurch unterscheidet man eine Mühle von einem Krahn, oder anderen auch aus Rädern zusammengesetzten Maschinen. Daß aber ferner hierzu Räder und eine umdrehende Bewegung erfordert werde, sieht man daraus leicht ein, weil

man

man Materien auch ohne Mühlen präpariren kan. Z. E. der Pfeffer kan sowohl gestossen, als auf einer Handmühle gemahlen werden.

§. 3.

2) Allgemeine Eintheilung der Mühlen.

Alle Mühlen können auf eine doppelte Art betrachtet werden; entweder sieht man auf den Trieb, wodurch sie in Bewegung gesetzt werden, oder auf ihren Nutzen und Absicht. Man pflegt sich hauptsächlich dreier Kräfte zu bedienen, um die Mühlen in Bewegung zu setzen. Man bedienet sich dazu entweder des Wassers, oder der Luft, oder derer Thiere und Menschen. Denn ob man auch gleich das Feuer zur Bewegung brauchen kan, und auch wirklich braucht, so geschiehet dieses doch mehr bei andern Maschinen, als bei Mühlen. Man kan daher alle Mühlen in Wassermühlen, Windmühlen und Thiermühlen eintheilen. Der Absicht nach aber kan man die Mühlen in fünf Klassen theilen, nachdem in denenselben etwas zerrieben, zerstossen, zerschnitten, gebohrt oder glatt gemacht wird.

Daraus erwächst folgende Tabelle.

Die Mühlen werden eingetheilt:

1) Dem Triebe nach, und sind

a) Wassermühlen, und zwar

aa) perpendikulaire

α) Ober-

α) Oberschlächtige.
β) Unterschlächtige:
αα) Pfahlmühlen:
1) Stabermühlen,
2) Straubmühlen,
3) Panstermühlen.
ββ) Schiffmühlen.
bb) Horizontale.
b) Windmühlen.
aa) Hölzerne
α) Ganz bewegliche
β) Im Dach bewegliche.
bb) Steinerne nur im Dach bewegliche.
c) Thiermühlen.
aa) Standhafte.
α) Mit dem Vecte.
β) Mit dem Tretrade, dieses steht
αα) schief,
ββ) perpendikulair.
bb) Bewegliche.
α) Mit einem Vecte, die auf Wagen stehen.
β) Mit einer Kurbel, welches Hand-Mühlen sind.
αα) Grosse mit einem Vorgelege, diese werden beweglich
א) durch eine Kurbel
ב) durch einen Schwengel.
ββ) Kleine, wo die Kurbel unmittelbar an der Welle des Mühlsteins sizt.

2) Der Absicht nach

wird a) Entweder etwas zerrieben, zerschroten und gemahlen, welches geschicht
aa) in den Mehlmühlen,
bb) Graupenmühlen,
cc) Schrodtmühlen,
dd) Gewürzmühlen,
ee) Caffeemühlen.

b) Oder es wird etwas gestampft uud gestossen.
aa) Durch Stampfer, als
α) Oehlmühlen,
β) Pulvermühlen,
γ) Lohmühlen.
bb) Durch Hammer,
α) Walkmühlen,
β) Papiermühlen.

c) Zerschnitten.
α) Schneide- oder Sägemühlen,
β) Steinschneidmühlen,
γ) Heckerlingsmühlen.

d) Gebohrt.
Bohrmühlen.

e) Glatt gemacht.
α) Schleifmühlen,
β) Poliermühlen.

§. 4.

3) Allgemeine Einrichtung der Mühlen.

Hier haben wir a) erstlich die Theile der Mühle überhaupt zu betrachten, sie mögen dem

dem Triebe und dem Gebrauch nach so verschieden seyn, wie sie wollen. b Zweytens, insbesondere die Theorie der in der Mühle vorkommenden Räder vorzutragen.

§. 5.

a) Einrichtung derer Mühlen überhaupt.

In jeder Mühle ist eine Welle BC, an welcher entweder ein Wasserrad, oder Windflügel, oder ein Tretrad u. d. gl. befindlich ist. An dieser Welle ist entweder unmittelbar ein Kammrad D, welches in ein Getriebe E greift, welches sich horizontal umdreht, oder es ist ein Stirnrad an derselben befindlich, welches in ein Getriebe eingreift, welches samt der daran befindlichen Welle dadurch umgedrehet wird. Ein dergleichen besonderes Getriebe, mit dem dazu gehörigen Stirnrade, heisset ein Vorgelege. So ist A das Wasserrad; an dessen Welle BC befindet sich das Stirnrad D, welches zu beiden Seiten in E und E in 2 Getriebe greift, an deren Wellen sich erst die Kammräder F, F, befinden, die in die Getriebe des Mühlsteins G und G eingreifen. Ein dergleichen Vorgelege wird entweder deswegen angelegt, damit die Bewegung des Mühlsteins beschleunigt werde, oder damit man zwei Gänge mit Einer Kraft treiben könne. Oft werden dadurch auch wol 3 Getriebe bewegt, wie in den Papiermühlen.

Tab. I. Fig. 8.

Tab. II. Fig. 2.

§. 6.

b) Räder in der Mühle.

Die Räder in der Mühle dienen theils, die bewegende Kraft bequem anzubringen. Dieses sind die **Wasserräder** und **Treträder.** Theils, die Bewegung nach der besondern Einrichtung der Mühle zu modificiren. Dieses geschieht durch **Stirnräder, Kammräder und Getriebe.**

§. 7.

Oberschlächtige Räder.

Oberschlächtige Räder sind solche Räder, in welchen das Wasser von obenher in Sackschaufeln fällt, und durch seine Schwere die Umdrehung des Rades verursacht. Die Zeichnung derselben ist folgende. Mit dem gegebenen Radio h c wird ein Cirkel beschrieben. Die Höhe der Felgen h i wird in drei gleiche Theile getheilt, so daß b i $\frac{1}{3}$ der Höhe ist. Aus c wird durch b mit dem Radio b c ein Cirkel gezogen, und aus b gegen a und e die Weite zweier Schaufeln gelegt, so daß a e die Distanz zweier Schaufeln sey. Durch a und e wird endlich die gerade Linie f g gezogen, wovon der Theil f a die schiefe Schaufel vorstellt. Unter a wird auf a f die Linie a k perpendikulair aufgerichtet, und dieses geschieht in allen Theilungspunkten. Sind die

Tab. I. Fig. 3.

ober=

oberschlächtigten Räder sehr niedrig und dabei breit, so heissen sie Walzenräder.

§. 8.

Unterschlächtige Mühlräder.

Dieses sind solche Räder, welche das Wasser durch einen unterwerts geschehenen Stoß beweget. Sie werden in 3 Klassen getheilt, in Staberräder, Straubräder und Pansterräder. Die Staberräder bestehen aus zwei Kränzen, zwischen welchen die geraden Schaufeln a b eingezapft sind. Die Straubräder aber, dergleichen A ist, bestehen nur aus einem Kranz c d, auf dessen Stirne die breite Schaufeln a b befestigt sind. Pansterräder haben wie die Staberräder gerade Schaufeln zwischen zwei Kränzen, sind aber wol noch einmal so breit, und üben daher eine grössere Gewalt aus, treiben gemeiniglich zwei Gänge, und werden nur in grössern Strömen gebraucht, wie A. Fig. I. Tab. II. Die Schaufeln sind gemeiniglich noch in der Mitte besonders an einander befestigt.

Tab. I. Fig. 7. Tab. I. Fig. 8.

§. 9.

Stirnräder, Kammräder, und Getriebe.

Hier ist einmahl die Gestalt derer Zähne beim Stirnrade, und zweitens die Eintheilung des Rades zu bestimmen. Die Gestalt derer Zähne ist folgende. Man beschreibt mit der Breite oder Dicke des Zahns a b ein

Tab. I. Fig. 4.

Quadrat a b e d. Die obere Seite a b wird in c in zwei gleiche Theile getheilt, und mit der Helfte a c aus c der halbe Cirkel a f b beschrieben, welcher die obere Rundung des Zahnes ausmacht. Es verhält sich daher die Höhe des Zahnes f g zur Breite a b wie 3 : 2. Haben aber die Getriebe, in welche die Stirnräder greifen, wenig Stöcke, so wird die Figur der Zähne gemeiniglich etwas spitzer gemacht. Und hierzu kan folgende Bestimmung dienen. Man beschreibt, wie vorhin, mit der Breite des Zahnes a b das Quadrat a b e d. Aus b beschreibt man mit a b den Bogen a h, imgleichen aus a mit a b den Bogen h b, so daß sich beide in h durchschneiden. Der Bogen a h wird in f, imgleichen h b in g in zwei gleiche Theile getheilt, und die Punkte b und f, imgleichen a und g durch die zwei gerade Linien b f und a g zusammengezogen. Beide durchschneiden sich in c. Aus c beschreibt man mit c f = c g den Bogen f g Dadurch wird die Rundung des Zahns a f g b bestimmt.

Tab. I. Fig. 5.

Die Eintheilung des Rades nebst der Bestimmung der Zähne ist folgende: Mit dem Radio des Rades c a wird der Cirkel c a b p k a beschrieben. Diese theilt man in so viel Theile, als das Rad Zähne bekommen soll, a, b, r, p, u. s. w. Durch diese Punkte und das Centrum ziehet man die Radios a c, b c, u s. w. welche die Axen derer Zähne sind.

Tab. I. Fig. 6.

sind. Die Distanz a b wird in d, e, f, g, h, i, in sieben gleiche Theile getheilt, und deren drei aus a in m getragen. Mit dem Radio m c wird der Zirkel c m n q o beschrieben, und dadurch die Höhe aller Zähne bestimmt. Aus a wird $1\frac{1}{2}$ von diesen sieben Theilen, in k und l gelegt, und hierauf durch k und c imgleichen durch l und c die Linien k o und l n gezogen. Mit a k wird der halbe Cirkel k l beschrieben, und dieses geschiehet bei allen übrigen Theilungspunkten in b, r u. s. w.

Die Uhrmacher verrichten diese Eintheilung mit der Theilscheibe, die Müller aber mit dem Radecirkel.

Eben auf diese Art werden die Getriebe verfertigt, welche entweder würkliche Stirnräder sind mit wenig Zähnen, oder es sind Stöcke, welche zwischen zwei Scheiben eingeschlagen werden. Die Zähne sowohl als die Stöcke des Getriebes, bekommen eben die Theilungsweiten, wie die Zähne des Stirnrades, welche in das Getriebe eingreifen. Es werden daher die Dicken derer Zähne des Getriebes auch $\frac{3}{7}$ von der Distanz derer Axen. Sind aber Stöcke in dem Getriebe, so wird die Dicke derselben $3\frac{1}{2}$ solcher Siebentheile.

Bei denen Kammrädern ist nichts besonders zu bemerken, als daß ihre Zähne oder Kammen mit der Axe des Rades parallel laufen, und sonst eben wie bei denen Stirnrädern gestaltet sind. Hat das Kammrad

nicht viel Zähne, so werden die Zähne unten nicht viereckt, sondern cylindrisch gemacht, und endigen sich oben in eine halbe Kugel. Man nimmt daher bei Zeichnung derselben $1\frac{1}{2}$ Siebentheil von der Distanz der Axen der Zähne, und trägt es von der Axe c r in u und v, so das v u $\frac{3}{7}$ ist. Hierauf trägt man $\frac{3}{7}$ aus r in z und macht das Quadrat w u v x. Mit dem Radio $= 1\frac{1}{2}$ beschreibt man aus y als der Helfte von z r den Cirkel, welcher die obere Rundung des Zahns vorstellt.

Tab. I. Fig. 6.

§. 10.

Wie man die Anzahl der Zähne und den Radium bestimmen kan.

Soll aus der gegebenen Anzahl derer Zähne der Radius, oder aus dem Radio die Anzahl derer Zähne gefunden werden: so sehe man das Rad als ein Vieleck an, in welchem aus der gegebenen Seite der Radius gefunden werden soll. Man kan dieses auf verschiedene Art berechnen, am leichtesten aber geschieht es durch folgende Tabelle, in welcher man annimmt, die Seite des Vielecks sey allezeit in 1000 Theile getheilt, und in solchen 1000 Theilen sey der Radius bestimmt. Durch Hülfe dieser oder einer ähnlichen Tabelle kan auch die Theilungsweite derer Zähne bestimmt werden, weil man diese Theilungsweite als die Seite des Vielecks ansieht, und die Seite aus dem gegebenen oder schon gefundenen Radio nach der Regel de Tri berechnet.

Tafe-

Tafel derer Halbmesser,

Wenn die Seite des Vielecks 1000 Theile hat.

Vieleck	Radius		Radius		Radius		Radius
3	575	26	4150	51	8128	76	12105
4	707	27	4309	52	8287	77	12267
5	851	28	4468	53	8446	78	12423
6	1000	29	4628	54	8605	79	12583
7	1152	30	4787	55	8764	80	12742
8	1307	31	4946	56	8923	81	12901
9	1462	32	5105	57	9082	82	13060
10	1618	33	5264	58	9241	83	13119
11	1775	34	5432	59	9401	84	13278
12	1932	35	5582	60	9560	85	13437
13	2089	36	5741	61	9719	86	13596
14	2246	37	5900	62	9878	87	13755
15	2404	38	6059	63	10037	88	13914
16	2562	39	6219	64	10196	89	14073
17	2720	40	6378	65	10355	90	14233
18	2878	41	6557	66	10514	91	14392
19	3037	42	6696	67	10673	92	14551
20	3196	43	6855	68	10852	93	14710
21	3355	44	7014	69	10992	94	14869
22	3514	45	7173	70	11151	95	15028
23	3673	46	7332	71	11318	96	15187
24	3832	47	7491	72	11469	97	15346
25	3991	48	7650	73	11628	98	15505
		49	7810	74	11787	99	15564
		50	7969	75	11946	100	15823

Der Gebrauch dieser Tabelle ist folgender. 1) Wenn die Anzahl derer Zähne, imgleichen die Theilungsweite dererselben gege-

ben wird, so schließt man: wie sich 1000 verhält zu der gegebenen Theilungsweite, so verhält sich der in der Tabelle befindliche Radius zu dem gesuchten Radio. Z. E. es soll ein Rad 50 Zähne haben, zu 4 Zoll Theilungsweite; so sagt man: wie 1000 zu 4 Zoll, so verhält sich der neben 50 stehende Radius 7969 zum gesuchten Radio.

1000 : 4″ = 7969 : Rad.

$$\frac{4}{31876}$$

I II III IV V

Dieses dividirt durch 1000 gibt 3 1 8 7 6 oder 3′ 1″ 8‴ weil man die kleinen Zahlen sicher weglassen kan. Ist aber 2) der Radius gegeben, und es soll die Theilungsweite bestimmt werden, so schließt man: wie sich der in der Tabelle angegebene Radius verhält zu dem in Schuhen und Zollen angegebenen Radio, so verhält sich 1000 zur gesuchten Theilungsweite. Z. E. in dem vorigen Falle soll die Theilungsweite in einem 50zähnigen Rade bestimmt werden, dessen Radius ist

I II III IV V

3 1 8 7 6. Wir schliessen:

7969 : 31876^{v} = 1000

$$\frac{1000}{31876000^{v}}$$

Dieses dividirt durch 7969 gibt zum Quotienten 4000^{v}, das heist 4 Zoll.

§. 11.

§. 11.

4) Mühlen insbesondere.

Hier kommen 1) die Mühlen dem Triebe nach vor, und zwar a) die Wassermühlen, b) die Windmühlen, c) die Thier- und Handmühlen. 2) Die Mühlen dem Gebrauch nach.

1) Mühlen dem Triebe nach.

a) Wassermühlen.

§. 12.

Oberschlächtige Mühlen.

Dieses sind solche Mühlen, deren Wasserrad ein oberschlächtiges Rad ist. Bei ihrer Construction ist dreierlei zu bemerken. 1) Die Bestimmung der Höhe des Rades. 2) Die Bestimmung, wie viel Wasser zur gegebenen Grösse eines Rades erfordert wird. 3) Die Verhältnis der Räder und Getriebe. Die Höhe des Rades wird gefunden, wenn man von dem ganzen Gefälle abzieht 1) das Gefälle des Mühlgrabens, (oder die Räusche,) von der Wehr an bis zum Wasserbette, welches gemeiniglich einen Zoll auf 100 Fuß beträgt. 2) Die Höhe des Wassers auf dem Mühlenbette. 3) Das Gefälle des Wasserbettes selbst. 4) Die Dicke des Bodens und Wasserbettes samt dem Freihangen des Rades. 5) Das Gefälle des

Was-

Wassers unter der Mühle. Bei der Menge des Wassers bemerken wir überhaupt, daß sie desto mehr abnehme, je grösser das Rad ist; weil das Rad als ein Hebel angesehen werden kan, wo die Kraft desto geringer ist, je länger der lange Arm desselben ist. Die Erfahrung lehrt, daß die Höhe des Rades mit der Menge des auf einmahl herabfallenden Wassers folgende sey.

Höhe des Rades 6′	Aufschl. Wass. 240 Quadr. Zoll
= = ½ 8	= = 180 = =
= = = 10	= = 144 = =
= = = 12	= = 120 = =
= = = 14	= = fast 103 = =
= = = 16	= = 90 = =

Da die Menge des Wassers abnimmt, je höher das Rad ist; so ist sie der Höhe des Rades umgekehrt proportionirt, folglich läßt sich die Menge des Wassers zu jeder Höhe des Rades, aus dieser Tabelle nach folgender Regel bestimmen: Wie die gegebene Höhe des Rades zur Höhe des Rades in der Tabelle; so verhält sich das in der Tabelle bestimmte Aufschlagewasser zu der gesuchten Quantität des Wassers. Z. E. es soll das Aufschlagewasser vor ein Rad von 9 Ellen oder 18 Schuh berechnet werden. So schließt man 18′: 6′ = 240: gesuchten Wasser.

6

1440. Dieses durch 18 dividirt

vidirt giebt 80 Zoll Aufschlagewasser. Daraus bestimmt man die Breite des Gerinnes, indem man vor die Höhe des Wassers in dem Gerinne 6″ annimmt und 80 als den Quadrat-Inhalt des Durchschnitts dadurch divi-

	22	
dirt	80	$13\frac{1}{3}$″ Weite des Gerinnes. Die
	66	

Verhältnis der Räder und Getriebe kan leicht bestimmt werden, wenn man weiß, wie oftmahl der Mühlstein herumlaufen soll, ehe das Wasserrad einmahl herum kommt. Vor welche Umdrehung einige (z. E. Beier in Theatr. Mach. molar. p. 233.) 10mahl angeben, so aber ohnstreitig zu wenig ist. Man kan daher dem Kammrad 72 Zähne zu vier auch fünftehalb Zoll Theilungsweite geben, und dieses in ein Getriebe von 6 Stöcken greifen lassen. Bei geringerem Aufschlagewasser geben einige dem Kammrad mehr Zähne, damit es samt dem Wasserrad langsamer gehe, und dadurch verursache, daß das Wasser besser in die Sackschaufeln fallen kan; da sonst bei gar zu schneller Bewegung des Wasserrades nicht alles Wasser Zeit hat, in die unter dem Gerinne liegende Schaufel zu fallen.

§. 13.

Unterschlächtige Mühlen überhaupt.

Da die Gewalt des Wassers in kleinen Strömen nicht hinreichend seyn würde, ein

Wasser-

Wasserrad umzudrehen, so muß dieselbe durch den Fall vermehrt werden. Zu dem Ende aber ist es nöthig, daß es erst steige. Und dieses kan nicht anders geschehen, als indem es gedämmet oder gestaucht wird. Es geschiehet dieses durch ein eigenes quer über den Fluß gelegtes Gebäude, welches das Grundwerk genannt wird. Bei diesem Grundwerk kommt vor 1) der Heerd, welcher das Wasser aufzuhalten angelegt wird. Dieser besteht in sehr starken Pfählen, die quer über den Strom 4 Ellen weit von einander eingeschlagen werden. Ueber diese Pfähle wird der Fachbaum B gelegt, welcher um einen Zoll höher, der Wage nach gelegt werden darf, als der vor demselben in der Entfernung von etlichen Schuhen eingeschlagene Mahl- oder Sicherpfahl A, dessen Höhe von der Obrigkeit des Orts bestimmt werden muß. Dieser Zoll pflegt der Erb-, Nehr-, oder Zehrzoll genannt zu werden. Vor dem Sicherpfahl werden vier Reihen Pfähle, in C, D, E, F eingeschlagen, deren die erste in C neun Zoll tiefer stehen als der Sicherpfahl, die zweite D wieder 9 Zoll, so daß die letzte Reihe in F 1 $\frac{1}{2}$ Ellen tiefer steht, als der Sicherpfahl. Dieses geschieht, damit sich der Sand besser zwischeneinsetzen, und das unterwaschen besser verhütet werden könne. Zwischen die Pfähle, worauf der Fachbaum liegt, werden noch andere Pfähle eingestossen, und in H, I, K, dergestalt ge-

Tab. III. Fig. 1.

stellt,

stellt, daß sie mit denen vorigen genau einen rechten Winkel machen, über welche die Jochstücke LG gelegt werden, welche den Fachbaum befestigen, daß er dem Druck des andringenden Wassers widerstehen kann. Quer vor dem Fachbaume kommt eine Reihe Pfähle M, die dicht an einander eingeschlagen sind, und die bis eine Ecke in die Ufer getrieben werden. Ueber den Fachbaum kommt 2) das **Grieswerk**, dieses besteht aus den Griessäulen NB, die so weit von einander stehen, als das Gerinne breit seyn soll. Zwischen diesen sind die Schuzbreter in Faltzen befindlich, welche vorgesetzt und ausgenommen werden, nachdem das Wasser zufliessen oder abgehalten werden soll. Hierauf folgt 3) das Gerinne, oder das planum inclinatum BG, über welches das Wasser herab an das Mühlrad fallen muß. Hinter dem Grieswerk werden die Pfähle P eingeschlagen, und über dieselben die Balken oder sogenannte Weidebänke QP gelegt, wodurch das Grieswerk befestiget wird. Dasjenige Gerinne, welches das Wasser auf die Mühlräder bringt, heist **Mahlgerinne**, die Oeffnung aber, wodurch das Wasser vorbeifliessen kan, ohne auf die Mühlräder zu kommen, heißt das **Wüstengerinne**, oder **Freilauf**. Diese Gerinne werden in einigen Nebenstücken geändert, nachdem das Mühlrad ein Staberrad, Straubrad oder Panterrad ist; und sie bekommen davon auch die

Na-

Namen, Stabergerinne, Straubgerinne, und Panstergerinne.

§. 14.

Stabermühlen.

Diese haben ihren Namen von dem Wasserrade, welches ein Staberrad ist. Die Schaufeln desselben sind ohngefehr 20 Zoll weit auseinander, es wird bei einem Gefälle von 2 Schuh angebracht, und erfordert, wenn es ein rechtes Mahlgeschirre treiben soll, wenigstens 1800 Zoll Aufschlagewasser. Die Höhe des Wasserrades ist von 12 bis 18 Schuh. Die Breite 4 Schuh. Das Kammrad, Getriebe und Mühlstein, sind wie bei denen oberschlächtigen Mühlen. Doch pflegt das Kammrad sich nach der Höhe des Rades zu richten. Weil ein hohes Rad langsamer umläuft, so muß das dazu gehörige Kammrad mehr Zähne bekommen; dergestalt, daß man bei einem 16schuhigten Rade dem Kammrade 72 Zähne giebt, und darauf die übrigen nach der Regel De Tri sucht, indem man schließt: wie 16 zu 72, so die gegebene Höhe des Wasserrades zu der gesuchten Anzahl der Zähne.

§. 15.

Straubmühlen.

Auch diese bekommen ihren Namen von dem Wasserrade, welches ein Straubrad ist. Diese Räder erfordern wenigstens 3

bis

bis 4 Fuß Gefälle und 650 Zoll Aufschlagewasser. Die Höhe des Rades ist gemeiniglich 12 Schuh oder etwas drüber. Das dazu gehörige Kammrad, pflegt 80 Zähne zu $3\frac{3}{4}$ Zoll Theilungsweite zu erhalten, und der Mühlstein geht 13mahl und etwas drüber herum, ehe das Wasserrad einmahl herumkommt. Nach dieser Einrichtung thun sie mit denen Stabermühlen einerlei Dienste.

§. 16.

Panstermühlen.

In grossen Strömen, deren Höhe veränderlich ist, und wo das Wasser in kurzer Zeit merklich steigt und fällt, können die bisherigen Mühlen fast gar nicht gebraucht werden. Denn da das Mühlrad nicht tief in Wasser stehen darf, so würde es bei stark anwachsendem Wasser, an seiner Bewegung gehindert werden. Bei fallendem Wasser aber würde es die Oberfläche des Wassers gar nicht berühren. Man ist daher genöthigt, die Wasserräder so einzurichten, daß das Rad samt der Welle in die Höhe gehoben und wieder herunter gelassen werden kan, nachdem das Wasser hoch oder niedrig steht. Ein solches Werk, wodurch das Wasserrad gehoben werden kan, heist ein Pansterwerk, und das Wasserrad selbst ein Pansterrad. (§. 8.) Weil die Pansterräder noch einmahl so breit sind, als die Staberräder, so erfordern sie wol Tab. II. Fig. I.

noch einmahl so viel Aufschlagewasser, und können daher auch mehr Gewalt ausüben. Sie bekommen zu dem Ende auch ein Vorgelege, und werden zwei Gänge dadurch getrieben. Es befindet sich nemlich an der Welle BC des Pansterrades A ein Stirnrad D, welches zu beiden Seiten in die Getriebe E eingreift. An der Welle eines jeden von diesen Getrieben ist das Kammrad F, welches in das Getrieb G eingreift, an dessen Welle HI der Mühlstein K fest ist. Dieser geht 12 mahl herum, ehe das Wasserrad einmahl herumkommt. Daher bekommt das Stirnrad 60 Zähne, das Getriebe worin es greift 20 Stöcke, das Kammrad 28 Zähne, und das Mühlsteinsgetriebe 7 Stöcke; wenn das Wasserrad 14 Fuß hoch ist. Die Anzahl derer Zähne in denen Rädern und der Stöcke vor die Getriebe, in anderen Fällen, kan leicht berechnet werden, wenn man vorher berechnet hat, wie oft der Mühlstein herumlauft, welches man aus der Höhe des Wasserrades durch die Regel De Tri leicht bestimmen kan. (§. 14.)

Damit nun die Wasserräder auf und nieder gelassen werden können, so liegen die Zapfen der Welle des Wasserrades auf Zargen in C und B, welche zwischen zwei Säulen in Falzen auf und nieder gehen und an

Tab. II. Fig. I. Ketten hangen, so Pansterketten heissen. Diese Ketten CR und BQ gehen um die Welle

QR,

QR, so die Pansterwelle auch Ziehwelle heist, an welcher sich ein Stirnrad P befindet, so gemeiniglich 10 Fuß im Diameter hat, dieses heist das Auszieh-stirnrad, und hat 80 Zähne. Dieses Stirnrad greift in das Getriebe O von 6 Stöcken, so der Kumpf heist. An dessen Welle LM, welche daher die Kumpfwelle genannt wird, ist das Haspelrad N, von 36 Sprossen, welches umgedrehet wird. Dadurch drehet sich der Kumpf mit dem Stirnrade um, die Pansterketten wickeln sich auf die Welle, und das Wasserrad wird in die Höhe gezogen. Damit nun bei Erhebung der Hauptwelle BC und des daran befindlichen Stirnrades, dieses nicht von dem Getriebe zuweit abgebracht werde, sondern in dasselbe gehörig eingreifen könne, so hat auch die Welle des grossen Getriebes bewegliche Unterlagen. Dabei muß die Einrichtung der ganzen Mühle so gemacht werden, daß bei Verrückung der Getriebe, diese mit dem Stirnrade keinen widrigen Stand machen, weil sonst dadurch die Reibung vergrössert, und die Stöcke leicht ausgebrochen werden können.

Da diese Mühlen nur in grösseren Strömen angelegt werden, wo Wasser genug ist, und also mehrere Räder getrieben werden können; so legt man deren gemeiniglich 3 bis 4 in einem Gerinne an, doch so, daß das Gerinne vor jedem Rade einiges Gefälle bekomme.

§. 17.

Schiffmühlen.

Diese Mühlen werden in so grossen Strömen angelegt, welche sich gar nicht stauchen, noch ihr Wasser in ein enges Gerinne pressen lassen. Sie haben über dieses den Vortheil, daß sie beweglich sind, und sich daher bequem von einem Ort zum anderen bringen lassen. Sie werden auf zwei an einander befestigte Schiffe gelegt, die man gut vor Anker legen, und mit starken Stricken am Lande wohl befestigen muß. Das erste Schiff heißt das Wellschiff, C, weil auf demselben die Welle des Wasserrades ruhet. Das zweite das Hausschiff, weil sich auf demselben das Gebäude der Mühle befindet. Beide Schiffe sind durch zwei starke Balken a a und b b an einander befestigt, und zwischen beiden befindet sich das unterschlächtige Wasserrad A. Dieses weicht von der Structur derer Staber- und Straubräder ab, und ist auf folgende Art gemacht. An der Welle C befinden sich 12 Arme CA, an deren Ende die Schaufel AB eingesetzt ist. Diese ist 9 Ellen lang und eine Elle breit. Und da vier Reihen solcher Arme der Länge der Welle nach sind, so ist jede Schaufel an 4 Arme befestigt, und jede Schaufel ist mit der nächsten durch Spriegelstöcke verknüpft. Vor dem Wasserrade befindet sich das Schutzgatter c c, wodurch das Wasser einigermassen aufge-

Tab. III. Fig. 2.

Tab. II. Fig. 3.

aufgehalten werden kan. Die übrige Einrichtung der Mühle ist folgende. An der Welle BC des Wasserrades A, befindet sich ein Stirnrad D, welches in das Getriebe E eingreift, an dessen Welle das Kammrad F ist, so in das Mühlsteinsgetriebe G eingreift. Dieses Vorgelege ist deswegen nöthig, damit die Geschwindigkeit des Mühlsteins bei dem langsam herumgehenden Wasserrade vermehrt werde. Man pflegt daher die Einrichtung derer Räder so zu machen, daß sich der Mühlstein 27mahl herumdrehe, ehe das Wasserrad einmahl herumkommt. Es muß zu dem Ende das Stirnrad 72 Zähne, das erste Getriebe 24 Stöcke, das Kammrad 63 Zähne, und das Mühlsteins-Getriebe 7 Stöcke bekommen. Tab. III. Fig. 2.

§. 18.

Horizontale Wassermühlen.

Davon hat man verschiedene Erfindungen, wovon man Boecklers Theatr. Mach. imgleichen Sturm und Leupold nachschlagen kan. Die meisten sind deswegen unnütz, weil man bei gleichvielem Aufschlagewasser mit grösserem Vortheil eine oberschlächtige Wassermühle anlegen kan. Es kosten freilich die horizontalen Mühlen, weil weder Kammrad noch Getriebe da ist, weniger, allein die Geschwindigkeit des umlaufenden Mühlsteins ist auch geringer. Und wenn diese groß seyn

soll, so wird ungemein viel Aufschlagewasser erfordert, welches nicht allezeit vorhanden ist, und wo man es haben kan, da kan es besser genutzt werden. Die Einrichtung der Mühle ist sehr einfach. Das Wasser fällt auf das horizontale Wasserrad A, welches ein Löffelrad heist. Durch den schief auf die Wände derer Schaufeln geschehenen Stoß, wird das Rad schnell umgedrehet. An der Welle BC dieses Rades, befindet sich der Mühlstein oberwärts in B, welcher sich daher mit dem Wasserrade zugleich umdrehet, und dessen Bewegung dadurch freilich langsamer als bei einer oberschlächtigen Mühle seyn muß. Man trift dergleichen Mühlen daher in Teutschland gar nicht an, sondern sie sind nur noch an einigen Orten in Frankreich und der Türkei gebräuchlich.

Tab. II Fig. 4.

b) Windmühlen.

§. 19.

Hier haben wir 1) den Trieb oder die Flügel zu betrachten. 2) Muß die allgemeine Einrichtung der Mühle bestimmt werden, und endlich 3) müssen wir zeigen, wie die Flügel dem Winde entgegen gestellt werden.

Tab. III. Fig. 4.

1 Die Flügel sind 30 bis 32 Fuß lange Gerüste AA, die an einer schief gestellten Welle BC dergestalt befestigt sind, daß sie

mit

mit dem Winde einen Winkel von 130° machen. Ein solcher Flügel besteht aus zwei Bäumen, die durch Nebenhölzer in Fächer getheilt werden, welche man mit leichtem Bretterwerk oder Segeltuch anfüllt. Je mehr solcher Fächer zugesetzt sind, desto stärker würkt der Wind auf die Flügel, und desto schneller ist die Bewegung. Daher bei heftigen Sturmwinden die Bretter ausgenommen werden müssen. Am äussersten Ende sind sie 6 Fuß, am innern Ende gegen die Welle aber nur $4\frac{1}{2}$ Fuß breit. Die Anzahl dieser Flügel ist gemeiniglich viere, obgleich einige, doch ohne besondern Nutzen, mehr haben angeben wollen.

2) Die innere Einrichtung der Mühle ist folgende. An der Welle derer Windflügel befindet sich das Kammrad D, welches unterwärts in das Getriebe E greift, an dessen Welle sich unten der Mühlstein befindet. Das Kammrad hat 72 Zähne, das Getriebe 9 Stöcke, und der Mühlstein 5 Fuß im Diameter, welches ungleich mehr ist, als bei denen Wassermühlen. Dadurch vertrit der Mühlstein die Stelle eines Schwungrades, welches bei einer Windmühle höchst nöthig ist, weil der Wind nicht beständig mit gleicher Stärke, sondern ruckweise bläset. Die von einem Stoß verursachte Bewegung, muß daher eine Zeitlang, so viel möglich, mit glei-

cher Stärke so lange erhalten werden, bis ein neuer Stoß geschicht. Man erhält dieses schon einigermassen durch den Schwung derer Flügel selbst, welches durch die Grösse des in Bewegung gesetzten Mühlsteins noch mehr unterstützt wird. Damit aber die Mühle, wenn es nöthig ist, in ihrer Bewegung aufgehalten werden könne, so gehet um das Kammrad ein aus etlichen Gliedern bestehender Kranz, der durch Hülfe eines Hebebaums niedergedruckt und dadurch so fest an das Kammrad angepreßt werden kan, daß die Bewegung des Kammrades gehindert, und dadurch die Welle samt denen Windflügeln stille zu stehen genöthigt wird.

3) Weil die Flügel der Windmühle dem Winde gerade entgegengestellt seyn müssen, wenn sie gehörig gehen soll; der Wind aber nicht allezeit von einem Orte herbläset, so müssen die Flügel dergestalt beweglich seyn, daß sie dem Winde gerade entgegen gestellt werden können. Dieses kan entweder geschehen, indem die ganze Mühle herumgedrehet wird, da sich denn die Flügel mit drehen müssen, oder indem bloß das Dach mit den Flügeln beweglich ist. Kan die ganze Mühle bewegt werden, so muß ein Gestelle vorhanden seyn, auf welchem sie ruhet; dieses heist der Bock, und die Mühle bekommt daher den Namen der Bockmühle. Diese

Mühlen müssen ganz von Holz gebauet werden, und sind hauptsächlich in Teutschland, wo die Windstürme nicht sehr heftig sind, im Gebrauch.

Eine solche Bockmühle ruhet auf einer Welle a b, um welche die ganze Mühle herumgedrehet werden kan. Hinten an der Mühle befindet sich die Deichsel c d, welche ein Hebel ist, der in c an der Mühle befestigt ist, in d aber umgedrehet wird. Entstehen heftige Stürme, so kan eine dergleichen Mühle samt dem Gestelle leicht umgeworfen werden. Daher werden die Mühlen an solchen Orten, wo die Gewalt des Windes sehr groß ist, nur im Dach beweglich gemacht. Diese werden theils von Holz in der Gestalt eines abgekürzten Kegels erbauet, und stehen in der Erde fest, theils wird unten ein steinernes Gebäude angelegt, auf welches die Mühle gebauet wird. Das Dach oder die Kappe der Mühle, ruhet auf Rollen, und kan auf denenselben entweder durch Hülfe eines am Dach befestigten Hebels, der durch eine unten stehende Winde gezogen wird, umgedrehet werden, oder der Kranz, auf welchem das Dach ruhet, hat nach Art eines Stirnrades Zähne, die in ein Getriebe greifen. Die an dem Getriebe befindliche Welle wird durch Hebebäume umgedrehet. Bockmühlen können bloß zum

Tab. III. Fig. 3.

Mahlen oder Schroten gebraucht werden, die steinernen aber werden auch zu Schneidemühlen u. d. gl. angelegt.

c) Thiermühlen.

§. 20.

Die Thiermühlen werden entweder von Thieren oder von Menschen mit der Hand bewegt. Im letzten Fall heissen sie Handmühlen Die Thiermühlen werden entweder mit einem Hebel oder mit einem Tretrade in Bewegung gesetzt, und dieses ist entweder schief oder vertical. Die Handmühlen aber haben eine Kurbel, oder einen Schwengel.

§. 21.

Thiermühlen mit einem Vecte.

Tab. IV. Fig. 1.

Mühlen, die durch Ziehen eines Pferdes bewegt werden, bestehen aus einem sehr grossen horizontal liegenden Kammrade D, an dessen Welle BC ein Vectis befestigt ist, der die Deichsel heist und 16 Fuß lang zu seyn pflegt, an welchen in A Pferde gespannet werden können. Dieses Kammrad greift in das Getriebe E, an dessen Welle in F das zweite Kammrad befestigt ist, welches in das zweite Getriebe G eingreift, an dessen Welle der Mühlstein sich in H befindet. Das erste Kammrad hat 240 Zähne. Das erste Ge-

Getriebe 32 Stöcke. Das zweite Kammrad 60 Zähne, und das Getriebe 7 bis 8 Stöcke. Der Mühlstein geht daher ohngefehr 56mahl herum, ehe das grosse Kammrad samt der ersten Welle einmahl herumkomint.

§. 22.

Thiermühlen mit einem schiefen Tretrade.

Hier pflegt das schiefe Tretrad A an einer Welle BC befestigt zu seyn, an welcher sich unten ein grosses Kammrad D befindet, welches in das Getriebe E eingreift, an dessen Welle ist in F ein Stirnrad, welches zu beiden Seiten in zwei Getriebe eingreift. An der Welle dieser Getriebe befindet sich das Kammrad G, welches in das Mühlsteinsgetriebe H1 eingreift, an dessen Welle sich der Mühlstein befindet. Das erste Kammrad hat 216 Zähne, das dazu gehörige Getriebe 72 Stöcke. Das Stirnrad 72 Zähne, die Getriebe 28 Stöcke. Das zweite Kammrad hat 60 Zähne, und das Getriebe des Mühlsteins 8 Stöcke. So daß der Mühlstein fast 60mal herumkommt, ehe das langsame Tretrad sich einmahl um seine Axe bewegt. Andere geben die Verhältnis so an. Erstes Kammrad 216 Zähne, Getriebe 36 Stöcke. Stirnrad 36 Zähne, zweites Getriebe 28 Stöcke. Zweites Kammrad 36 Zähne, Mühlsteins-Getriebe 7 Stöcke.

Tab. IV. Fig. 2.

Man

Man findet auch dergleichen Mühlen auf folgende Art angelegt. Das schiefe Tretrad selbst ist mit Zähnen versehen, diese greifen etwas schief in ein perpendiculair stehendes Getriebe, an dessen Welle sich ein Stirnrad befindet, welches in das Mühlsteinsgetriebe eingreift. Es befindet sich eine dergleichen Mühle seit einigen Jahren im Kloster Bergen, und ist daselbst mit grossem Vortheil gebraucht worden. Das schiefe Tretrad wird durch einen Ochsen bewegt.

§. 23.

Thiermühlen mit einem verticalen Tretrade.

Tab. IV. Fig. 3.

Diese sind eben so eingerichtet, als die Wassermühlen. An der Welle BC des Tretrades A ist ein Stirnrad D, so in ein Getriebe E eingreift, an dessen Welle ein Kammrad F befestigt ist, welches in das Mühlsteins-Getriebe G eingreift. Das hohe und breite Tretrad ist so eingerichtet, daß es durch die Decke der untern Etage, wo die Räder sind, bis in die zweite reicht. Quer über die Bretter, welche zwischen beiden Kränzen des Rades sind, befinden sich Leisten, auf welche das Thier mit den Hinterfüssen treten und daher durch seine Schwere das Rad auf eben diese Weise bewegen muß, wie ein oberschlächtig Wasserrad durch die Schwere des Wassers getrieben wird. Giebt man dem Stirnrad 72 Zähne, dem Getriebe 12 Stö-

cke,

cke, dem Kammrad 63 Zähne, und dem zweiten Getriebe 7 Stöcke, so läuft der Mühlstein 54mal herum, ehe das Tretrad einmal herum kommt. Da nun dieses sich langsam bewegt, so siehet man, warum das Vorgelege nöthig gewesen.

§. 24.

Feldmühlen.

Diese sind Thiermühlen, die im Hauptwerk mit der §. 33. beschriebenen übereinkommen, aber darin von ihnen unterschieden sind, daß sie sich von einem Orte zum andern auf einem Wagen bewegen lassen, und daher im Felde bei einer marschirenden Armee bequem gebraucht werden können. Man hat im vorigen Jahrhundert dergleichen bei denen Kaiserlichen Truppen, imgleichen bei denen Rußischen Armeen in unsern Tagen gebraucht. In der Mitte des starken Wagens AZ befindet sich die Welle BC, welche oben durchbohrt, und durch die Oeffnung die gekrümmte Deichsel GH gesteckt ist, an welche in G und H zwei Pferde gespannet werden, welche die Mühle umdrehen müssen. An eben dieser Welle befindet sich unten das Stirnrad D, welches zu beiden Seiten in die Mühlsteinsgetriebe E eingreift, an deren Welle sich die Mühlsteine F befinden. Wenn die Mühle gebraucht werden soll, so wird der Wagen bis an die Axen in die Erde gesteckt, damit

Tab. III. Fig. 4.

er

er fest stehe, alsdenn werden zwei von denen vier oder sechs Pferden, die den Wagen gezogen haben, vorgespannt, und in einer Stunde von zwei andern abgelöset. Das Stirnrad bekommt 60 Zähne, die Getriebe aber 5 Stöcke, damit der Mühlstein 12mal herumlaufe, ehe die Pferde einmahl herumkommen. Da der Wagen zu dem übrigen zum Mehlmahlen erforderlichen Geschirre, Beutel und Mehlkasten (§. 28.) zu klein ist, so muß das Mehl hernach besonders durchgebeutelt werden.

§. 25.

Handmühlen.

Wenn diese groß angelegt werden, und zum Mehlmahlen oder Schroten gebraucht werden sollen, so werden sie entweder mit einer Kurbel gedrehet, oder mit einem Schwengel gestossen.

§. 26.

Handmühlen mit einer Kurbel.

Tab. IV. Fig. 5.

Diese bestehen aus einer Welle BC, an deren Ende sich in C eine starke Kurbel befindet, an welcher zwei Personen drehen können. Um die Bewegung zu erleichtern, ist in A ein Schwungrad befestigt. An eben dieser Welle ist bei D ein Getriebe, welches in das Stirnrad E eingreift, an dessen Welle sich in F ein Kammrad befindet, welches das Mühlsteinsgetriebe G bewegt. Das Getriebe

triebe D hat 6 Stücke, das Stirnrad 48 Zähne, das Kammrad 40 Zähne, und das Mühlsteinsgetriebe 5 Stöcke. Es können aber auch dergleichen ohne Vorgelege gemacht werden, da die Kurbel gleich an der Welle des Kammrades befestigt ist, und der Mühlstein schnell genug umgetrieben wird.

Eine Art von ganz einfachen Handmühlen geben uns die bekannten Koffeemühlen an die Hand. Bei diesen ist die Kurbel unmittelbar an die Welle des Mühlsteins befestigt. Der Mühlstein selbst aber besteht aus einem conoidischen stählernen Körper, dessen breiter Theil sich unten befindet. Dieser läuft in einer stählernen Hülse, und hat ringsumher schräge heruntergehende scharfe Einschnitte, wodurch, wenn die Coffeebohnen zwischen diesen Kegel und die Hülse fallen, dieselben zermahlen werden, und in einen unten befindlichen Kasten fallen. Da der Mühlstein oben spitzer ist, so kommen die Bohnen unterwärts beständig in einen engern Raum, und können desto bequemer zermalmt werden.

§. 27.

Handmühlen mit einem Schwengel.

An der Welle A befindet sich der Schwengel AB, der hinüber gezogen oder gestossen werden kan. An eben dieser Welle ist ein langer horizontaler Arm AC, an welchem sich die Stange CD befindet, welche in D Tab. VII. Fig. 2.

an

an einer Kurbel befestigt ist, durch deren Umdrehung das Kammrad E sich bewegt. Dieses greift in das Mühlsteinsgetriebe F, an deren Welle sich die Mühlsteine F befinden.

2) Mühlen dem Gebrauch nach.

Erste Klasse der Mühlen, worin etwas zerrieben wird.

§. 28.

Mehlmühlen.

Es können diese Mühlen dem Triebe nach sehr verschieden seyn. Sie können Wassermühlen, Windmühlen, Thiermühlen von allerhand Arten seyn. Sie kommen aber in folgenden Stücken überein. 1) Muß das Getreide bequem zwischen die Mühlsteine gebracht werden. 2) Müssen sich die Mühlsteine bequem umdrehen, und 3) muß das Mehl bequem durchgebeutelt und von der Kleie abgesondert werden.

1) Das erste wird auf folgende Art erhalten. Ueber dem Mühlstein befindet sich ein schiefes Gestelle a b, welches die Rumpfleiter heist. Von derselben wird der Rumpf c getragen. Dieses ist ein viereckter, unten enger und oben weiter Kasten oder Trichter, ohne Boden, in welchen das zu mahlende Getreide hineingeschüttet wird. Die Stelle des Bodens vertrit der sogenante Schuh, oder

Tab. V. Fig. 1.

das

das Bret d e, welches in h befestigt und durch die Winde in g in die Höhe gezogen und niedergelassen werden kan, nachdem viel oder wenig Korn in das Loch des Mühlsteins fallen soll. Unten an dem Schuh geht der eiserne Rührnagel f heraus, welcher bei der schnellen Umdrehung des Mühlsteins, sich mit dem inneren eisernen Warzenring desselben beständig schüttelt.

2) Bei der Umdrehung des Mühlsteins bemerken wir folgendes. Aus der Welle des Mühlsteinsgetriebes, geht durch den unteren Mühlstein, welcher der Bodenstein heißt, ein Eisen, welches in der Haue befestigt ist. Dieses ist ein viereckiges piramidalisches Eisen n o, so in dem obern Mühlstein steckt, welcher der Läufer heißt. Durch die Umdrehung desselben wird der obere Mühlstein über dem untern stillstehenden umgedrehet, und daher das zwischen beide Steine durch das Loch bei f gefallene Getraide zermahlen. Bei denen Windmühlen sind zwei Mühleisen nöthig. Eins, welches den Läufer trägt, und eins, welches ihn bewegt. Da bei Wassermühlen beides durch ein Eisen verrichtet werden kan.

3) Die Absonderung des Mehls und der Kleie, geschieht auf folgende Art. Um den Mühlstein herum geht ein hölzerner Kranz von Böttcherarbeit, so der Lauf heißt, in welchem die zermalmete Frucht beisammen erhalten wird. Diese fällt durch das Mehl-

loch l in den Mehlkasten c, in welchem es durch den Mehlbeutel l y durchgebeutelt wird. Der Mehlbeutel wird durch folgendes Werkzeug geschüttelt. An dem Getriebe des Mühlsteins befinden sich unten drei Zacken in q. Diese stossen bei Umdrehung des Getriebes beständig an den Stock r s, der durch eine stehende Welle z r geht, und diese daher in etwas umdreht. Der Hebel rs geht durch eine Oefnung des Hebels lt, an welchem der Arm tw der Welle w befestiget ist. Durch den Stoß dieser Hebel wird daher die Welle w umgedrehet. An dieser sitzt der Hebel xw fest, welcher bei Umdrehung der Welle in die Höhe gehoben wird, und da er durch den bei x befindlichen Ring gesteckt ist, so wird der Beutel dadurch geschüttelt. In Windmühlen geschieht dieses durch einen an der Welle des Mühlsteins f g unterwärts befestigten Trilling e. Durch dieses heftige Schütteln wird das Mehl durch den Mehlbeutel ganz durchgebeutelt, die gröbere Kleie aber bleibt zurück, und läuft durch in den unten in z befindlichen Kleienkasten.

Tab. III. Fig. 3.

Sollen dergleichen Mühlen bloß zum Schroten gebraucht werden, so wird das Getraide, wenn es von dem Mühlstein ist zerrieben worden, so gleich durch das Mehlloch wieder herausgeschafft, und hier braucht man weder Mehlkasten, noch Mehlbeutel. Auf diese Weise wird auch die Grütze bereitet. Es wird von der Gerste die grobe Schale durch Stampfen weg-

ge-

geschafft, und darauf die Gerste auf einer Mehlmühle geschroten oder zerrissen, welche geschrotne Gerste hernach Grütze heißt.

§. 29
Graupenmühlen.

Bei denen Graupen wird erfordert, 1) daß die Gerste von ihren groben Hülsen befreiet, 2) daß sie rund werde, 3) daß die daraus entstandenen Graupen von dem ihnen anhangenden Mehle gesäubert, und endlich 4) ihrer Grösse nach besonders ausgesucht und abgesondert werden. Das erste und zweite wird durch einen einzigen Mühlstein D erhalten, der mit einem Umlauf umgeben ist. Durch Hülfe dieses Steins wird die Gerste in dem Umlauf herumgejagt, und da sie sich beständig mit dem Steine reiben muß, so stossen sich die groben Hülsen und vorderen Spitzen ab, und die Gerste wird dadurch rund. Sind die Körner rund genug, so wird das Loch bei z im Lauf geöffnet, und die Graupen herausgenommen. Daraus sie durch das Sichter und Windewerk vom Mehle gereinigt und sortirt werden. Die Bewegung des Mühlsteins geschicht, wie bei Mehlmühlen. An der Welle des Wasserrades A ist das Kammrad B, welches in das Mühlsteinsgetriebe C eingreift, an dessen Welle der Mühlstein D befindlich ist. Aus demselben geht eine Spindel heraus, an welcher oben in E ein Kammrad befindlich ist, welches

Tab. V. Fig. 2.

ches in das Getriebe in F eingreift. An der Welle dieses Getriebes befinden sich in G drei Windräder, durch deren Umdrehung das Mehl von denen Graupen abgeschlagen wird. Welches in die darunter aufgespannten Beutel fällt. Dieses ist das Windwerk. An eben der Spindel des Mühlsteins ist weiter oben, noch ein Kammrad in H befindlich, welches in das Getriebe I eingreift. An der Welle dieses Getriebes ist in K ein Schwungrad, die Bewegung gleichmäßig zu erhalten. Ferner ist in L eine Kurbel befestigt, welche durch hinten herumgehende Stangen an die Siebe in M festgemacht ist, so daß durch die Umdrehung der Kurbel die Siebe geschüttelt werden. Dieses Siebwerk M bestehet in drei etwas schiefgestellten Sieben, deren immer eines über das andere hervorragt. Das erste Sieb hat die grösten Löcher, so daß nur die allergrösten Graupen in demselben bleiben, die übrigen fallen auf das zweite Sieb, welches die Mittelsorte zurück behält, die feinste aber auf das dritte Sieb durchfallen läßt. Wenn demnach eine gehörige Menge von Graupen auf dem Mühlsteine bereitet worden, so werden sie in Säcke gethan, und mit Hülfe einer Winde auf den Boden gezogen. Hier schüttet man sie in den Rumpf O, aus welchen sie auf das erste Sieb M fallen, und die gröbste Art fällt von demselben auf das darunter befindliche Windrad, in dem Kanal

nal P, vor welchen ein leinen Tuch gespant ist, wodurch das Mehl geht. Die Graupen aber fallen in den Kasten S. Die feinen Graupen, welche auf das zweite Sieb fallen, gehen durch den Kanal Q in den Kasten V, und die feinsten Perlgraupen fallen von dem dritten Sieb durch den Canal R in den Kasten T. Das Mehl, welches durch alle Siebe durchgeht, fällt in das unter dem dritten Siebe aufgespannte Tuch N.

§. 30.
Gewürz- und Koffeemühlen.

Gewürzmühlen zermahlen entweder das Gewürz im Kleinen, und gehören unter die Handmühlen, die §. 37. beschrieben sind, und kommen mit denen Koffeemühlen völlig überein, wie die Pfeffermühlen, Safranmühlen, und dergleichen: oder sie zerstampfen es im Grossen, und denn sind sie von denen unten zu beschreibenden Oehlmühlen nicht verschieden. Die Koffeemühlen dürfen hier auch nicht besonders beschrieben werden, da deren Structur schon oben §. 37. ist angegeben worden.

Zweite Klasse der Mühlen, in welchen etwas zerstossen wird.

1) Durch Stampfen.

§. 31.
Oehlmühlen.

Das Oehl ist eine Feuchtigkeit, die aus verschiedenen Vegetabilien durchs Auspressen er-

erhalten wird. Bei uns geschicht dieses aus dem Rübesaamen und Leinsaamen. Zu dem Ende wird erfordert, daß 1) das zellenartige Wesen derer Vegetabilien, in welchem sich das Oehl befindet, zerrissen werde, 2) daß alsdenn das Oehl durch einen äusseren Druck herausgetrieben werde, 3) daß, um das zelligte Wesen spröder zu machen, die Vegetabilien gedörret werden.

Das erste geschieht durch gewisse Stampfer, bei deren Einrichtung wir bemerken a) das Wasserrad, b) die Daumenwelle, c) die Stampfer, d) den Grubenstock.

Das Wasserrad ist von einem gewöhnlichen Wasserrad derer Mehlmühlen nicht verschieden. Es pflegt gemeiniglich ein Staberrad zu seyn, und es wird oft von Einem Rade eine Mehlmühle und Oehlmühle getrieben.

Tab. VI. Fig. I. An der Welle BC des Wasserrades A befindet sich ein Stirnrad D, welches in das Getriebe E eingreift, an dessen Welle FG, welche die Daumenwelle heißt, die Tangenten befindlich sind. Diese wird Tab. V. Fig. 3. im Durchschnitt A vorgestellt. Es sind an derselben die vier Hervorragungen in B befindlich, welche man Daumen oder Tangenten nennt. Diese greifen in E an die Stampfer CD, und heben solche, indem sich die Welle umdreht, in die Höhe. Diese Stampfer sind 14 Fuß hohe, 6 Zoll breite, und 5 Zoll dicke, viereckte, und unten gerundete

rundete Hölzer, die unten mit Eisen beschlagen und gemeiniglich aus Ahorn oder Weissbüchenholz gemacht werden. In dem Grubenstock K sind in I Löcher eingeschnitten, deren Boden nach der Oberfläche einer Kugel gerundet ist, und in welchen sich unten eine eiserne Platte befindet. In einem solchen Loche arbeiten stets zwei solcher Stampfer, damit der Oehlkuchen desto besser zerstossen werden könne. Wenn daher das Oehl aus dem Lein- oder Rübesaamen gepreßt werden soll, so kommt er erst unter die Stampfer, und nachdem er dadurch gehörig zerstossen worden, wird er zur Presse gebracht. Man wickelt den zerstossenen Saamen nemlich in härene Tücher, und legt ihn in ein viereckтes hölzernes Loch, in welchem er durch zwei Keile, die mit Gewalt eingetrieben werden, zusammengedruckt wird, und sein Oehl von sich giebt, welches aus der Oehllade durch zwei Löcher am Boden in die untenstehende Gefässe läuft. Der eine dieser Keile heißt der Treib- oder Preßkeil, der andere aber der Lösekeil. Beide Keile sind gegen einander gestellt. Der Preßkeil treibet den Deckel des hölzernen Gefässes, in welchem der Oehlkuchen liegt, und welcher der Kern heißt, auf den zerstampften Oehlkuchen. Der andere aber treibt ihn, wenn man genug gepreßt hat, wieder zurück. Die Keile selbst werden durch Schlegel oder Stampfer eingetrieben. Ist die Pressung

Tab. VI. Fig. I.

vorbei, so wird, weil nicht alles Oehl sich auf einmahl auspressen läßt, die Masse zum zweitenmahle gestampft, und hierauf auf den Wärmofen gebracht. Dieser ist von Backsteinen gemacht, mit einer oben befindlichen eisernen Platte, auf welcher die Masse gewärmt wird. Sind die zelligten Häute dadurch spröde gemacht worden, so wird der Oehlkuchen zum zweitenmahle gepreßt.

Die Proportion derer Räder in einer dergleichen Oehlmühle, ist folgende. Zu einem 16schuhigten Wasserrade, kommt ein Stirnrad von 60 Kämmen und $4\frac{1}{2}$ Zoll Theilungsweite. Das Getriebe hat 36 Stöcke, und die Stampfen werden 5mahl aufgehoben, ehe das Wasserrad einmahl herumkommt.

Der Schlägel, welcher den Preßkeil eintreibet, ist an einer besonderen Welle, welche die Schlegelwelle heist, befestigt, und kan durch eine Schiene gerichtet werden. Gegen ihm über, befindet sich die sogenante Scheere, an welcher eine Stange mit einem Hebedaumen befestigt ist. Geht daher die Daumenwelle herum, so druckt sie die Stange durch den Zugdaumen nieder, dadurch wird der Schlägel in die Höhe gehoben, der, wenn die Daumen von einander abgehen, wieder herunter fällt, und den Keil eintreibt.

Die Holländische Oehlmühlen sind von denen Teutschen darin unterschieden, daß sie

den

den Saamen, ehe er gestampft wird, erst durch zwei cilindrische Steine auf folgende Art zerquetschen. An der Daumenwelle FG befindet sich das Kammrad L von 61 Zähnen, welches in ein Getriebe M von 26 Stöcken eingreift. An eben der Welle ist ein Getrieb N von 13 Stöcken, welches auf der andern Seite in das Stirnrad O von 76 Zähnen eingreift, in dessen stehenden Welle unten an einer querdurch gesteckten Axe die zwei Steine P geschleift werden, die auf einem gemauerten mit einem Rande versehenen Heerd Q den Saamen zerdrücken. Tab. V. Fig. 4.

§. 32.

Pulvermühlen.

Die Einrichtung derer Pulvermühlen kommt mit der Einrichtung einer Oelmühle völlig überein. Wasserrad, Stirnrad, Getriebe, Daumenwelle ist alles, wie dorten. Der Grubenstock hat 9 bis 10 Löcher. Die Stampfer sind bis 14 Schuh hoch, und 5 Zoll ins Gevierte. Sie sind nicht mit Eisen, sondern mit Meßing beschlagen, doch so, daß das Holz vor dem Meßing vorrage. Und in denen Löchern, in welchen auch jederzeit zwei Stampfen arbeiten, sind unten Spiegel von Meßing, oder, welches noch besser ist, von hartem und glattem Holz; dieses ist der Gefahr der Entzündung wegen nöthig. Die Verfertigung des Pulvers ist folgende. Man

nimmt gestossene Kohlen von leichtem Holz mit klein gestossenem Schwefel, thut beides in hölzerne Gefässe, und rührt es wohl mit einander um. Alsdenn wird Salpeter geläutert und darzu geschüttet, und mit der Umrührung continuirt. Endlich kommt die Masse in die Stampflöcher, wird alle halbe Stunden umgerührt, alle 3 Stunden aber herausgenommen. Bei gutem Pulver wird dieses 24 Stunden, bei schlechtem aber nur 12 Stunden lang fortgesetzt. Darauf kommt die Masse in das Kornhaus, wird mit hölzernen Tellern durch Siebe von verschiedener Weite geschlagen, und auf diese Art gekörnt; darauf auf Bretter, die mit Leisten beschlagen sind, geschüttet, und in heissen Stuben gedörret.

§. 33.

Erfindung des Pulvers.

Es ist eben so ungewiß, wer das Pulver erfunden habe, als in welchem Jahre es erfunden worden. Der gemeinen Sage nach soll es ein teutscher Mönch, Namens Barthold Schwarz, ums Jahr 1380 erfunden haben. Andere nennen den Erfinder Anklitz, und noch andere Peter Lips, der aber nicht das Pulver, sondern die Flinten erfunden hat. Cornelius Kempis in seinem Buch von Frieslands Zustand, behauptet gar, Zimoscus, König von Friesland, der im neunten Jahrhundert gelebt, habe das Schießpulver erfun-

erfunden. Achilles Gassarus, in seinen Annalibus Augustburgensibus, ist der erste, der Barthold Schwarzen vor den Erfinder ausgiebt. Er setzt aber das Jahr der Erfindung auf 1354. Die fabelhaften und lächerlichen Umstände, und die wenige Uebereinstimmung der Schriftsteller, wo dieser Mönch gelebt haben soll, machen das Vorgeben sehr zweifelhaft. Er soll das Pulver bald in Cöln, bald in Mainz, bald in Goslar, bald in Böhmen erfunden haben, und einige fügen gar hinzu, der Kaiser Wenzeslaus habe ihn dieser Erfindung wegen verbrennen lassen. So viel ist gewiß, daß man das Schießpulver schon lange vor dem Jahr 1380 gekant hat. Petrarcha, der 1374 starb, redet vom Schießpulver als einer schon sehr bekandten Sache. 1372 hat der Magistrat zu Augsburg schon 20 eherne Stücke giessen lassen. 1360 ist das Rathhaus zu Lübeck aus Unvorsichtigkeit derer, so Schießpulver machten, abgebrannt. 1359 hat Peter IV, König von Arragonien, ein Stück Geschütz gegen die Castilianer gebraucht. 1356 haben die Bürger zu Löwen 12 Donnerbüssen gekauft. Villani, der 1348 gestorben, erzehlt, daß die Engelländer in der Schlacht bei Creßi eiserne Kugeln mit Feuer auf die Franzosen geschossen, und dadurch die unter den Französischen Truppen befindliche Genuesische Infanterie so erschreckt hätten, daß sie die Flucht genommen.

Ja in einer alten Rechnung in Frankreich wird beim Jahr 1338 schon Geld vor Schießpulver in Rechnung gebracht. Und endlich setzt Peter Bischof von Leon, daß die Mauren schon im Jahr 1330 Canonen auf ihren Schiffen gebraucht haben. So viel ist also gewiß, daß das Pulver im 14ten Jahrhundert recht bekandt worden. Diese Nachrichten ertheilt uns Herr Justizrath Gramm in den Script. Societ. Hafn. bonar. art. promov. deditae P. I. p. 211. S. das allgemeine Magazin T. V. p. 137. Ja Joh. v. Joinville (Hist. de Louis Saint) giebt als ein Augenzeuge an, daß die Saracenen schon in der Mitte des 13ten Jahrhunderts sich des Schießpulvers bedient haben. S. Hamb. Magaz. T. 12. p. 338.

§. 34.

Lohmühlen.

Die Lohmühlen kommen der Einrichtung nach gleichfalls mit denen Pulvermühlen überein. Die Stampfen sind aber unten mit Eisen beschlagen, und haben vier scharfe Ecken, damit sie besser zerstossen können. In den Löchern des Grubenstocks sind wie bei den Oelmühlen eiserne Platten. Und es wird in denenselben eichene und tannene Rinde zum Gebrauch derer Gerber zerstossen, welches Werklohe heist.

2) Durch Hammer.

§. 35.

Walkmühlen.

Diese dienen dazu, die Tücher dichte und gelinde zu machen, damit sie bequemer getragen werden können. Man erhält dieses durch Hammer, welche fast auf eben die Art bewegt werden, wie in Oehlmühlen die Stampfen. An der Welle des Wasserrades befindet sich das Stirnrad A, welches in das Getriebe B eingreift, an dessen Welle C Hebedaumen oder Tangenten sind. Diese bewegen die Hammer, dergleichen D ist, deren zwei in einem Loche arbeiten, und deren 8 oder 10 sind. Der Hammer hat einen 14 Fuß langen Stiel, und ist rund ausgeschnitten, welche Rundung mit dem Radio des Hammerstiels genommen wird. Unten in F ist er staffelweise ausgeschnitten, welches die Tücher in dem Loche E besser herumzudrehen dienen soll. Tab. VI. Fig. 2.

§. 36.

Papiermühlen.

Hier kommt alles darauf an, daß die Lumpen, aus welchen das Papier gemacht wird, völlig zermalmet und aufgelöst werden, damit sie hernach gehörig zu Brei gemacht, und in den Formen wieder zu Papier werden können. Dieses geschieht erstlich durchs Zerschnei-

schneiden, welches, nachdem die Lumpen erst sortirt, und die wollenen von denen leinenen abgesondert worden, durch Leute, oder durch ein grosses Messer geschicht, das von der Mühle selbst getrieben wird. Die zerschnittenen Lumpen werden darauf eingeweicht, und man läßt sie eine Zeitlang stehen. Sie werden ferner durch die Hammer zerschlagen und völlig aufgelöst, herausgenommen, mit etwas Kalk vermischt, und eine Zeitlang hingestellt, da sie halbes Zeug heissen. Hierauf müssen sie zum zweitenmahl unter den Hammer, werden noch einmahl zerstampft, und heissen alsdenn ganzes Zeug. Dieses Zeug kommt hierauf in einen grossen Trog NO, wird mit Wasser vermischt und durch die Walze M zerrühret.

Diese nun recht aufgelöseте Masse wird in eine Butte gethan, in welcher zur Erwärmung derselben sich eine Blase befindet. Aus dieser Butte wird die Masse in Formen geschöpft, die aus einem hölzernen viereckten Rahmen bestehen, welcher über und über mit feinem Drath der Länge nach bezogen ist. In der Mitten ist das Zeichen, auch mit feinem Drath eingeflochten. Das Wasser läuft durch diese Drathforme durch, und das Zeug bleibt zurück. Dieses wird hierauf auf einen nach der Grösse des Bogens eingerichteten Filz gedruckt, auf welchem der Bogen kleben bleibt, und dadurch von der

Forme

Forme abgeht. Dergleichen wird ein ganzer Haufen übereinander gelegt, und unter die Presse gebracht, die überflüßige Feuchtigkeit ausgedruckt, und alsdenn trocken von dem Filz abgenommen, bogenweise an härenen Stricken aufgehängt, und getrocknet. Soll das Papier zum Drucken gebraucht werden, so wird es alsdenn gleich in Bücher zu 25 Bogen, und Rieß zu 20 Büchern getheilt, und in Ballen gepackt. Soll es aber zum Schreiben dienen, so wird es erst durch ein Leimwasser gezogen, gelinde gepreßt, und hierauf zum zweitenmahl durch ein mit Alaune vermischtes Leimwasser gezogen. Man hängt es alsdenn wieder an härenen Stricken zum Trocknen auf, legt es bogenweise aus einander, und glättet es. Es geschieht dieses entweder auf einer Platte mit einem Marmorsteine, oder durch den Planierhammer, der durch das Mühlwerk getrieben wird.

Die innere Einrichtung der Mühle ist folgende. An der Welle BC des Wasserrades A befindet sich ein Stirnrad D, welches zu beiden Seiten in zwei Getriebe E eingreift. An der Welle FG des einen Getriebes befinden sich Hebedaumen, wie bei denen Walkmühlen. Durch diese werden die forne an den Hammer befindliche Daumen gefaßt, und dadurch die Hammer I in die Höhe gehoben. Die Hammer Tab. VI. Fig. 3.

arbeiten

arbeiten je vier und vier in einem Loche. An der Welle des andern Getriebes befindet sich das Kammrad K, welches in das Getriebe L eingreift, an deren Welle die stählerne Walze M sich befindet, die sich in dem Troge NO umdrehet. Statt dieser Walze hatte man sonst in denen teutschen Papiermühlen den Rechen zum Zerrühren der Lumpen. Daher diese Walze auch von einigen der Holländer genannt wird. Oft greift auch das Stirnrad D oberwärts in noch ein Getriebe, an dessen Welle eine Kurbel ist, durch welche vermittelst einer daran befestigten Stange, das Messer zum Zerschneiden der Lumpen bewegt wird. Durch eben diese Stange wird auch ein Kreutz bewegt, an welchem eine Klaue sitzt, die in ein Sperrad eingreift, an dessen Welle ein Flügelrad sich befindet, welches die Lumpen unter das Messer vorschiebt. Und da auch bei einer dergleichen Mühle, zu Verfertigung des Papiers viel Wasser erfordert wird, so ist an der Welle des Getriebes E bei G eine Kurbel, an welcher eine Zugstange GP befestigt ist, die ein Kreutz hin und her stößt, welches zwei Plumpenstöcke in Q treibt. Durch diese wird das Wasser in dem davor stehenden Trog in die Höhe gehoben. Durch eben dieses Kreutz wird auch sowol der Rechen bewegt, der die Lumpen nach teutscher Art zerrührt, imgleichen die Forme gehoben. Soll der Rechen

und

und die Plumpen still stehen, so wird die Kurbel von der Stange abgehackt.

Die Holländischen Papiermühlen haben gar keine Hammer, sondern zerschneiden das Papier in einem vollen Troge, durch Hülfe einer stählernen mit scharfen Rädern versehenen Walze, unter welcher sich eine stählerne Platte befindet, die gleichfalls hervorragende Schärfen hat, welche auf die Schärfen der Walze passen, und zwischen welchen bei Umdrehung der Walze das Papier zerrissen wird.

§. 37.

Erfindung des Papiers.

Die Egyptier haben zu Alexander des Grossen Zeiten das eigentliche Papier aus dem sogenannten Papyrus erfunden, und damit einen sehr grossen Handel getrieben. Man hatte, wie Plinius (hist. nat. lib. 13. cap. 12.) sagt, zu seiner Zeit Löschpapier und drei verschiedene Arten von Schreibpapier. Im neunten oder zehnten Jahrhundert, erfand man im Orient das baumwollene Papier, wodurch das Egyptische theure Papier fiel. Und im zwölften Jahrhundert ward endlich das Lumpenpapier im Occident erfunden. Man weiß weder den Namen des Erfinders noch den Ort eigentlich anzugeben. In China hatte man lange vorher schon den Gebrauch des Papiers aus Baumrinde und Seide. In

neuern Zeiten hat Reaumur das Papier aus faulem Holz, und Schäfer aus unzählig viel Materien zu machen gelehrt. S. Guettards Untersuchung von den Materien, woraus man Papier machen kan; im Journal Oeconomique 1751, und aus demselben im Allgemeinen Magazin 3. B. p. 216. Ingleichen Schäfers neue Versuche, das Pflanzenreich zum Papiermachen zu gebrauchen, Regensburg 1765. 4.

Dritte Klasse der Mühlen, Worin etwas zerschnitten wird.

§. 38.

Schneide- oder Sägemühlen.

Hier kommt alles darauf an, daß durch einerlei Trieb zweierlei Bewegungen erhalten werden. Einmal muß sich die Säge perpendiculair wechselsweise auf und nieder bewegen, damit sie das Holz durchschneide. Zweitens muß der zu durchschneidende Balken, durch eine mit dem Horizont parallele Bewegung immer dergestalt näher an die Säge gebracht werden, daß sie bei jeder Bewegung in ein frisches Stück einschneide. Beides wird folgendergestalt erhalten.

An der Welle BC des Wasserrades A befindet sich ein Stirnrad D von 76 Zähnen. Tab. VII. Fig. I. Dieses greift in das Getriebe E von 7 Stöcken. An der Welle dieses Getriebes ist in F

eine

eine Kurbel, welche sich bei Umdrehung der Welle beständig in die Höhe hebt und wieder heruntersteigt. Um die Bewegung gleichmäßig zu erhalten, ist an eben dieser Welle in R noch ein Schwungrad. An der Kurbel der Welle befindet sich die Stange oder Lenker GH, der an dem Sägegatter IH befestigt ist, in dessen Mitte sich die Säge befindet, und welches sich zwischen 2 Säulen in Falzen bewegt. Man siehet leicht, daß bei Umdrehung der Kurbel, die Säge in die Höhe gestossen, hernach aber wieder heruntergezogen werden müsse. Die horizontale Bewegung aber wird auf folgende Art erhalten. Oben an dem Sägegatter ist eine Klammer I eingeschlagen, in welcher ein Hebel ganz lose steckt. Dieser steckt mit dem andern Ende in einer horizontalen Welle K, welche durch die Bewegung des Hebels zum Theil umgedrehet werden kan. In eben dieser Welle steckt beinahe nach einem rechten Winkel mit dieser Stange der Arm KL, an welchem in L die Schiebestange mit einem Nagel befestigt ist. Die Schiebestange hat am Ende eine eiserne Klaue, welche in das Sperrad in M eingreift und dasselbe durch Fortstossung seiner Zähne umdreht Damit nun das Sperrad sich nicht auch rückwerts drehen könne, ist der Sperkegel vorhanden, der in dessen Zähne eingreift, und dadurch das Zurücklaufen hindert. An der Welle des Sperrades ist das Getriebe N,

welches in das Stirnrad P eingreift, an dessen Welle sich das Getriebe Q befindet, welches in die in dem Wagen, worauf der zu zerschneidende Balken liegt, befindliche Zähne eingreifet und dadurch denselben fortrückt. An der Welle des Getriebes N ist auch eine Kurbel, durch deren Umdrehung die Müller nach vollbrachter Zerschneidung des Blockes, den Wagen wieder zurückbringen.

In denen Holländischen Sägemühlen sind in einem Sägegatter mehr als Eine Säge, so daß viele Bretter zugleich geschnitten werden können. Es geht dieses bei uns nicht an, 1) weil unsere Sägemühlen Wassermühlen sind, und man die Gewalt nicht allezeit hat, welche erfordert wird, so viele Sägen auf einmal zu treiben. Die Holländer bedienen sich derer Windmühlen, wobei die Gewalt, wenn der Wind stark genug ist, ungleich grösser seyn kan. 2) Gehen dergleichen Mühlen ungemein langsam, so daß eine teutsche Mühle wol drei oder vier Schnitte thut, ehe die holländische einen Schnitt gethan hat.

Einige Schneidemühlen schneiden Marmor und Steine, und diese brauchen die zusammengesetzte Structur nicht, da sie die Säge nicht perpendiculair, sondern horizontal hin und wieder schieben, wodurch der Stein nach und nach zerschnitten wird. Zu dem Ende ist an der Welle des Wasserrades

ein

ein Kammrad A, welches in das Getriebe B eingreift. An der perpendiculair stehenden Welle dieses Getriebes, ist oben in C eine Kurbel, an welcher sich die Zugstange CD befindet, die an dem Gatter fest ist, in welchem die Säge G sitzt. So wie sich daher die Kurbel bei Umdrehung des Getriebes herumdreht, so wird die Säge samt ihrem Gatter hin und her gestossen, und der Stein F dadurch zerschnitten. Damit aber die Säge desto leichter einschneide, so ist sie oben in E und D mit zwei Centnern beschwert. Und weil bei tieferem Einschneiden die Säge den Stein nicht mehr berühren würde, so kan der Stein durch Keile höher und niedriger gestellt, und dadurch näher an die Säge gebracht werden, wenn es nöthig ist. Durch eine dergleichen Mühle können Steine zum Bau grosser Häuser, ingleichen Marmorplatten und dergleichen geschnitten werden. Tab. VIII. Fig. 6.

Vierte Klasse der Mühlen, Wodurch etwas gebohrt wird.

§. 39.
Bohrmühlen.

Auch hier ist eine doppelte Bewegung nöthig. Einmal muß sich der Bohrer um seine Achse drehen, zweitens muß der zu bohrende Körper beständig näher gegen den Tab. VII. Fig. 2.

Bohrer angeruckt werden. Zu dem Ende ist an der Welle BC des Wasserrades A das Kammrad D, welches in das Getriebe E eingreift. An der Welle dieses Getriebes befindet sich oben noch ein Getriebe in F, welches einmal von forn in das Kammrad H eingreift und dasselbe herumdrehet, zweitens seitwerts das Stirnrad G bewegt. An der Welle des perpendiculairen Kammrades H ist der Bohrer befestigt, welcher sich daher mit dem Kammrad zugleich herumdrehet. Dieses ist die erste nöthige Bewegung. Die zweite Bewegung wird durch eine an der Welle des Stirnrades G befindliche Kurbel erhalten. An dieser Kurbel ist eine Schiebestange befindlich, welche horizontal liegt, und in die Zähne eines Sperrades eingreift. An der Welle des Sperrades ist ein Getriebe, welches in die unteren Zähne des Wagens eingreift, auf welchem der zu durchbohrende Balken liegt, und wodurch derselbe beständig näher an den Bohrer angerückt wird. Die Flintenbohrmühlen sind wieder einfacher. An der Welle BC des Wasserrades A sind einige Kammräder D, welche in die Getriebe E eingreifen, an deren Wellen sich die stählerne Bohrer FG befinden, die in die Flintenlaufe GH einbohret. Diese liegen auf dem Gerüste oder Bohrstühlen KL, welche fortgeschoben werden können, so wie der Bohrer tiefer in den Flintenlauf eingreift. Gemeiniglich sind

Tab. VII. Fig. 3.

dieses

dieses zugleich Schleifmühlen, um die gebohrten Flintenläufe zu poliren.

Fünfte Klasse derer Mühlen, Wodurch etwas geschliffen wird.

§. 40.

Schleifmühlen.

Die optischen Schleifmühlen sind nur Handmühlen, ihre Structur ist sehr einfach, und sie bestehen gemeiniglich aus zwei Seilrädern, einem grossen und kleinen. Das gröste wird mit Hülfe einer Kurbel umgedrehet, und das kleine läuft daher sehr schnell herum, an dessen Spindel verschiedene Patronen mit ihren metallenen Schleifschüsseln aufgesetzt werden können. Andere Schleifmühlen aber sind ordentliche Wassermühlen. An der Welle BC des Wasserrades A befindet sich ein Stirnrad D, welches in ein Getriebe E eingreift, an dessen Welle verschiedene Schleifsteine in F befestigt sind. Am Ende befindet sich ein Seilrad G, welches durch Hülfe einer Schnur, die um ein klaneres Seilrad H gewunden ist, dasselbe bewegt. An der Welle des kleinen Seilrades befinden sich wieder verschiedene kleinere Schleifsteine. Es pflegen dergleichen Schleifmühlen neben einer Mahl- oder anderen Wassermühle angelegt, und von eben dem Wasserrade getrieben zu werden. Tab. IV. Fig. 4.

§. 41.
Poliermühlen.

Diese sind von den Schleifmühlen wenig verschieden. Auf der einen Welle sind eben wie bei denen Schleifmühlen Schleifsteine von verschiedener Art; auf der andern aber, die durch das Seilrad getrieben wird, sind die Polierscheiben, die theils von purem Holz, theils mit Leder überzogen sind; an welchen die Politur erst mit feinem Sande, hernach mit Trippel und Zinnasche geschieht. Dergleichen Mühlen pflegen mehrentheils bei denen Flintenbohrmühlen angelegt zu werden, damit die gebohrten Flintenlaufe gleichgeschliffen und polirt werden können.

§. 42.
Dreschmühlen, Heckerlingsmühlen, und Boockmühlen.

Es giebt noch einige Arten von Mühlen, die aber weniger gebräuchlich sind, wodurch theils das Getraide ausgedroschen (Dreschmühlen), theils das Stroh zu Heckerling geschnitten (Heckerlings- oder Hechselmühlen), theils der Flachs gebrochen wird (Flachs- oder Boockmühlen). Es würde dem gemeinen Wesen schädlich seyn, wenn der Gebrauch dieser Mühlen durchgängig eingeführt wäre. Es giebt arme Bauern, Taglöhner, gewisse Handwerker, die nur im Sommer ihre Profession treiben können, welche im Winter durch

Drschen

Dreschen, Hechselschneiden und Flachsbrechen ihr Brod verdienen, und die, wenn sie durch dergleichen angelegte Mühlen auser Stand gesetzt würden, sich zu nähren, der Republick zur Last fallen würden. Inzwischen giebt es doch Oerter, Zeiten und Umstände, worin Mangel an Taglöhner und Arbeitsleuten vorhanden ist, und in dergleichen Fällen ist es erlaubt, Mühlen von dieser Art, aber nur sparsam anzulegen.

§. 43.

1) Dreschmühlen.

Diese sind entweder mit **Dreschflegeln** versehen, oder mit **Walzen**. Die mit Dreschflegeln werden entweder durch Kurbeln von Menschen bewegt, oder von einem Wasserrade getrieben. Ich finde schon eine dergleichen Mühle in Schmidts demonstr. Coll. cur. die 1704 zu Helmstedt gedruckt sind. Am besten beschreibt sie Beyer im Theatr. mach. mol. p. 116. Sie haben alle den Fehler, daß das Stroh von denen Flegeln zu sehr zerschlagen wird. Die mit einer Walze sind weit einförmiger, und zerschlagen das Stroh nicht so. Ihre Einrichtung ist folgende. An einer vertical stehenden Welle AB befindet sich die Deichsel IK, an welcher ein Pferd angeschirrt werden kan. Mitten durch die Welle geht der Hebel CD, an dessen beiden Enden sich die abgekürzten Kegel CF und DE befinden. Die- Tab. XIV Fig. 2.

se haben der Länge nach heruntergehende Einschnitte. Das Getraide wird in dem Kreise DGCH so gelegt, daß die Aehren unter die abgekürzten Kegel kommen. Durch die Umdrehung der stehenden Welle welzen sich diese Körper, und drucken die Körner aus.

§. 44.

2) Heckerlingsmühlen.

Auch hiervon findet sich eine Zeichnung im Beyer, wo das Messer in einem Gatter beweglich ist. Ich will meinen Lesern die Beschreibung derjenigen sehr bequem eingerichteten Mühle geben, die ich selbst im Modell besitze. An der Welle des Wasserrades A befindet sich das Stirnrad B, welches in das Getriebe C eingreift. An der Welle dieses Trillings ist die Bewegung gleichförmig zu erhalten, in D ein Schwungrad, in E aber eine Kurbel, welche in F an dem in der Mitte beweglichen Hebel GF befestiget ist. An dem andern Ende des Hebels in G ist die Lenkstange GH, welche an dem krummen Schneidemesser HI fest sitzt. An eben diesem Messer befindet sich die zweite Stange HK. Diese ist an dem Arm KL der Welle ML fest. An dieser Welle sind noch zwei Arme NN, mit den Schiebestangen NO NO, welche in die Zähne der Sperräder P, P, eingreifen. Die Flügelräder Q Q sind an der Welle dieser Sperräder,

Tab. XIV. Fig. 3.

räder, und schieben das in der Lade RS befindliche Stroh nach und nach unter das Messer. Bei jeder Umdrehung der Kurbel E bewegt sich das Messer HI einmal auf und nieder, zugleich drehet sich die Welle ML, und die Schiebestangen NO stossen die Sperräder um einen Zahn fort, durch welche Bewegung die Flügelräder das Stroh vorschieben.

§. 45.

3) Flachs- oder Boockmühlen.

Den Flachs zu brechen, dienen die zwei Walzen FG und HI. Beide haben der Länge nach herunter gehende Hervorragungen, so daß bei Umdrehung der Walze FG diese in die Hervorragungen der Walze HI eingreift, und selbige mit umdrehet. Der Flachs liegt auf den zwei schiefen Flächen K und L, die unten etwan einen Zoll breit von einander abstehen. Zwischen diesen zieht sich der Flachs durch, und wird von den beiden Walzen gebrochen. Die Umdrehung geschieht durch das Wasserrad A, an dessen Welle sich das Stirnrad B befindet, so in das Getriebe C eingreift. An der Welle dieses Getriebes ist das Stirnrad D, dieses greift in das Getriebe E, an dessen Welle sich die Walze FG befindet. Tab. XIV. Fig. 4.

Man hat auch Handmühlen von dieser Art, in welchen an der Welle des Stirnrades D sich eine Kurbel befindet, durch deren Umdrehung das Getriebe E nebst den Walzen bewegt wird.

§. 46.

§. 46.

Beschluß.

Es sind noch ausser diesen hier erklärten Arten von Mühlen nicht wenig andere Mühlen, die wir aber hier nicht weitläuftig durchgehen werden. Denn theils sind dergleichen Mühlen keine würkliche Mühlen, sondern andere Maschinen, wie die Bandmühlen, Zwirnmühlen, Strumpfwürkermühlen, und dergleichen. Alles dieses sind zum Theil grosse Stühle, worauf Band, Strümpfe, u. s. w. verfertigt werden, und sie verdienen den Namen der Mühlen nicht; theils sind sie nicht mehr gebräuchlich, oder doch sehr selten. Dahin gehören die **Moddermühlen**, zu Ausräumung des Schlammes aus denen Kanälen; dergleichen in Holland gebraucht werden. Dieses sind würkliche Wassermaschinen, deren wir in der Hydrotechnik gedenken werden. Die **Gewichtmühlen**, die durch die Schwere fallender Gewichte getrieben werden, dergleichen **Böckler** angiebt. Dieses sind zwar würkliche Mühlen, die aber wol schwerlich Nutzen stiften können, weil Gewichte die Kraft nicht haben, als Wasser, Wind und Thiere, auch eine besondere Kraft erfordert wird, die Gewichte in die Höhe zu ziehen. Endlich gehören hierher die **Wassermühlen** mit einem stehenden cylindrischen Wasserrade, die Herr **Euler** angegeben, die aber, so viel ich weiß, noch nie in der Praxi gebraucht sind.

Erste

Erste Gründe

der

Hydrotechnik

oder

Wasser-Baukunst.

Erste Gründe
der Hydrotechnik.

Allgemeine Einleitung.

§. 1.

1) Begriff der Hydrotechnik.

Das Wasser ist im gemeinen Leben unentbehrlich, wir brauchen es zum Trinken, zum Kochen, zu verschiedenen ökonomischen Dingen, zum Löschen des Feuers, zur Schiffarth. Es muß daher in einer wohlgeordneten Stadt nie an Wasser mangeln. Allein, so groß der Nutzen des Wassers auch ist, so hindert es uns doch auch oft in unsern Verrichtungen, ja es thut uns oft würklichen Schaden. Reisende, marschirende Armeen und Fuhren, werden durch Ströme und Teiche in ihrem Wege gehindert und aufgehalten, und bei Austretung der Flüsse und Durchbrechnug der Deiche und Dämme werden durch

Ueber-

Ueberschwemmungen ganze Länder verheert, und Menschen und Vieh verunglücken. Ueber dieses werden durch die stürmischen Wellen des Meeres, durch einreissende und austretende Ströme die Ufer beschädigt, und viele Aecker und Wiesen oft verderbt und unbrauchbar gemacht. Man hat daher auf Mittel gedacht, sich des Wassers im gemeinen Leben mit Vortheil und Bequemlichkeit zu bedienen, und den von diesem Elemente zu besorgenden Schaden zu verhüten. Die Mathematik giebt uns dazu die besten Mittel an die Hand. Die daraus entstandene Wissenschaft heißt die Hydrotechnik, oder Wasserbaukunst.

§. 2.

2) Ihre Eintheilung.

Die Wasserbaukunst hat einen dreifachen Endzweck. 1) Entweder bedient man sich des fliessenden Wassers, grosse Maschinen in Bewegung zu setzen, oder 2) man hebt und bewegt das Wasser; oder 3) man schränkt das in Seen und Strömen befindliche Wasser so ein, daß es keinen Schaden verursache. Das erste geschieht durch Wasserräder, das zweite durch Wassermaschinen, und das dritte durch Wasserwerke oder Gebäude.

§. 3.

§. 3.

Entwurf der Hydrotechnik.

I. Von Wasserrädern.

II. Von Wassermaschinen.

A. Kräfte, wodurch das Wasser gehoben wird, und davon abhängende einfache Maschinen.

a) Eigene Schwere des Wassers.

aa) Schwere allein

1) in gleich hohen Röhren,

2) in einer besondern *Balancir*-Maschine.

bb) Veränderte Richtung der Schwere durchs Umdrehen. Archimedische Schnecke. Das Tympanum.

b) Aeussere mechanische Gewalt,

1) Schaufeln,

2) Schaufelwerk,

3) Schöpfwerke,

4) Kastenwerke,

5) Püschelwerke,

6) Schöpfräder,

7) Wasserzange.

c) Druck der Luft.

1) Heber,

2) Stechheber,

3) Saugwerk.

d) Schnellkraft der Luft. Verschiedene Arten von Springbrunnen.

c) Mechanische Gewalt und Druck der Luft, oft auch Elasticität der Luft, zusammen. Druckwerk.

B. Zusammengesetzte Maschinen. Bewegen das Wasser

a) zum nothwendigen Gebrauch,

aa) durch in die Höhe werfen des Wassers in einem Strahl zum Löschen des Feuers. Feuerspritzen.

bb) Durch blosses Heben, in Brunnen und Wasserkünsten.

cc) Durchs blosse Fortfließen in Wasserleitungen.

b) Zur Lust. Hier

aa) fällt das Wasser in breiten Flächen durch Absätze. Cascaden.

bb) Es steigt in einem Strahl in die Höhe.

α) Der Strahl steigt gerade aus einem der Erde gleichen Bassin. Jet d'eau.

β) Der Strahl kann allerlei Richtungen haben, das Bassin kann erhöhet seyn. Fontainen, Springbrunnen.

cc) Hydraulische Curiositäten.

III. Von Wassergebäuden. Diese

A. Hindern das Einreißen des Wassers

a) Durch Uferbefestigungen,

aa) natürliche,

bb) künstliche,

α) ein-

α) einfache. Vernätherung, Packwerke,
β) zusammengesetzte:
1) Pfahlwerke,
2) Mauerwerke.
b) Durch Dämme und Deiche.

B. Befördern die Schiffahrt, durch
1) Anschwellung der Ströhme,
2) Vertiefung der Ströhme und Seen,
3) Rollbrücken,
4) Schleusen.

C. Erleichtern die Passirung der Flüsse,
1) Durch Fähren,
2) Schiffbrücken,
3) Brücken.

§. 4.

Hieher gehörige Schriften.

Ich will hier nur die vornehmsten anführen, die ich mehrentheils selbst besitze.

Baratteri Architettura d' acque. Piacenza 656. fol.

Belidor Architectura Hydraulica. Paris 737. gr. 4. Ist in Fol. ins Teutsche übersetzt, in 4 Voll. Ausgsb. 740—69.

Boeckler Architectura curiosa noua, oder Wasserkunst. Nürnb. 662. Fol.

A. Bratsis Anfangsgründe der Deich- und Wasserbaukunst. Aurich 4.

J. B. Eberenz Erste Gründe der Wasserbaukunst an reissenden Strömen. Freib. 767. 2 Voll. 8.

Frontinus de aquae ductibus vrbis Romae. Ist 1722 in 4. durch *Polenum* herausgegeben.

D. *Guilielmini* della natura de' fiumi. Bologna 697. 4.

Hero von Alexandrien Werke Sind 1583. 4. zu Paris lateinisch herausgegeben.

G. W. A. Humrich vom Deich- Siel- und Schlengenbau. Bremen 770. 8.

F. T. de Lanis Magisterium nat. et artis. Parm. 692. fol.

Leupold theatr. machinarum hydrotechnicarum. Lipſ. 724. fol.

Ej. theatr. mach. hydraulicarum. ib. fol.

Mariotte du mouvement des eaux. ist ins teutsche übersetzt von Meinig. Leipz. 723. 8.

Marpergers Wasserfahrt auf Flüssen und Canälen. Dresd. 723. 4.

C. Schotti Mechanica hydraulico - pneumatica. Würzb. 657. 4.

Ej. Magia vniuerſalis naturae et artis. ib. 2 Voll. 4.

J. E. Silberschlag Abhandlung vom Wasserbau an Strömen. Leipz. 756. 8.

Ej. Ausführliche Abhandlung der Hydrotechnik. Leipz. 772. 8.

L. C. Sturm von Fang-Schleusen und Rollbrücken. Augsb. 720. Fol.

S. Swi-

S. *Switzer* Introduction to a general System of hydrostatiks and hydrauliks. Lond. 729. gr. 4.

I. Von Wasserrädern.

§. 5.

Da wir die Theorie der Wasserräder schon bei der Mühlenbaukunst vorgetragen haben; so beziehe ich mich darauf.

II. Von den Wassermaschinen.

§. 6.

Einleitung.

Wir haben hier zweierlei zu bestimmen. Wir müssen 1) die Kräfte betrachten, wodurch das Wasser gehoben wird, und die davon abhangenden einfachen Maschinen erklären; und 2) von den zusammengesetzten Maschinen eine Nachricht geben.

A. Kräfte, die das Wasser heben.

§. 7.

a) Die erste Kraft, wodurch das Wasser gehoben wird, ist dessen eigene Schwere. Diese wirkt theils blos durch den Druck, theils durch das Fallen in einer schiefen Röhre oder in einem hohlen Cylinder. b) Die zweite Kraft ist eine äussere mechanische Gewalt. Dahin gehören hauptsächlich Menschen oder Thiere und Wasserräder. c) Der Druck der Luft ist die dritte Kraft, die das Wasser

bewegt. Da die Luft so stark drückt, als 32 Fuß hoch Wasser; so ist der Druck der Luft im Stande, das Wasser 32 Fuß hoch zu drucken. d) Die Elasticität der untern Luft ist nicht nur dem Druck der Atmosphäre gleich, sondern kann noch durchs Zusammendrucken und die Wärme vermehrt werden. Man kann also auch hierdurch das Wasser heben. Man bedient sich aber dieser Kraft selten, und meist nur zu kleinen Springbrunnen nnd bei hydraulischen Raritäten. e) Am meisten aber richtet man bei Hebung des Wassers aus, wenn man den Druck der Luft mit mechanischen Kräften verbindet.

a) Das Wasser wird durch seine eigene Schwere gehoben.

§. 8.

Gleich hohe Röhren. Balanciermaschinen.

Wenn Wasser auf einen Berg zu leiten ist, so kann es am geschwindesten gehoben werden, wenn man auf einem benachbarten gleich hohen oder noch höhern Berge einen Teich entdeckt, und gleich hohe Röhren anlegt, wodurch das Wasser herunterfällt und nach dem Grundgesetz der Hydrostatik, in der gegenüber stehenden Röhre eben so hoch steigt. Nur müssen die Röhren der Gewalt des Wassers genugsam widerstehen.

Pin-

Pingeron hat *) eine Balanciermaschine beschrieben, die aber schon vor ihm Schott **) und Switzer ***) angegeben haben, worin das Wasser durch seine eigene Schwere in einem Kloster in Italien in die Höhe gehoben wird. Tab. XIV. Fig. 5.

Die Haupteinrichtung davon ist folgende: Zwei Gefässe C und D, davon C ungleich grösser, aber leichter ist als D, hängen an Ketten über die Scheiben A und B, davon A einen grössern Radium hat als B. In EG ist ein Gerinne, aus welchem sich in dem Stande CD beide Gefässe füllen. So bald beide voll sind, sinkt C, weil es schwerer wird, in H nieder, D wird daher in F gehoben. Beide leeren sich zu gleicher Zeit durch ein leicht anzubringendes Kunststück aus. Da nun D leer schwerer ist als C, so sinkt es wieder bis in D, und C wird von H in C in die Höhe gehoben.

§. 9.

Archimedis Wasserschraube.

Von der Wasserschraube oder Schnecke bemerken wir 1) die Einrichtung. Um eine dicke Spindel AB wird schraubenweis ein Tab. XIV. Fig. 6.

*) S. Journal Encycloped. 1771. im Aprill.
**) Mechanica hydraulico-pneumat. p. 367 seq.
***) General System of hydrostatik and hydraul. p. 314. S. auch Belidor Arch. Hydr.

Verschlag von Brettern gemacht, GDEIF. Dieser wird durch einen von Brettern gemachten Kranz oder Mantel CHFG umgeben, welcher einen hohlen Cylinder bildet. Diese Maschine wird so gestellt, daß sie mit dem Horizont einen Winkel macht, der unter 45° ist, doch so, daß sie mit dem untern Theil CG im Wasser stehe. 2) Die Bewegung. Diese wird durch eine in A angebrachte Kurbel, oder auch durch Pferde oder ein Wasserrad erhalten, durch welche die Schnecke beständig um ihre Achse gedrehet, und das Wasser in die Höhe geschraubt wird. 3) Den Gebrauch. Dieser findet nur da statt, wo das Wasser nicht sehr hoch gehoben werden soll. Man bedient sich ihrer daher beim Grundbau, imgleichen zur Ausschöpfung der Schleusen, die nicht sehr tief sind. Einige geben an, man solle eine bleierne Röhre um eine Spindel in Schraubengängen winden, wie Wolf. Dieses findet aber in der Praxi nicht statt, da sich eine bleierne Röhre nicht ohne die gröste Schwierigkeit um eine Spindel winden läßt. Es kann daher dieses nur im Kleinen bei Modellen gebraucht werden. Morel hat zur Nachahmung der Archimedischen Schnecke oder Schraube, eine besondere Maschine aus viereckten Röhren angegeben, die in Form eines Zicksacks an einandergesetzt, mit Klappen versehen, um einen Nagel beweglich, und durch

Men-

Menschen hin und her im Schwung bewegt werden. S. Belidor l. c. Lib. 2. cap. 4. Sie ist aber sehr unbequem, und taugt das Wasser hoch zu heben gar nicht. Daher wir uns bei ihrer Beschreibung nicht aufhalten wollen. Man findet die Zeichnung davon beim Belidor.

§. 10.

Das Tympanum der Alten.

Dieses ist ein grosser hohler Cylinder in Form eines Rades, ABCD, der in 4 oder mehr gleiche Theile durch bretterne Zwischenwände getheilt wird. Auf der Seite befindet sich ein kleinerer, aber eben so abgetheilter Cylinder EFGH. In jeder Abtheilung des grossen Cylinders sind oben Löcher in KN. In denen damit verbundenen Abtheilungen des kleinen Cylinders sind diese Löcher unten in L und P. Das Tympanum steht mit dem untern Theil im Wasser. Indem es umgekehrt wird, und das Loch N durchs Wasser geht, so schöpft die eine Abtheilung des Tympani das Wasser ein, und da eben diese Oeffnung bei weiterer Umdrehung oben in K zu stehen kommt, so fällt das Wasser seiner eigenen Schwere wegen in den Nebencylinder, und fließt durch die Oeffnung L in ein davor liegendes Gerinne IM. Tab. XV. Fig. 1.

Man braucht dieses Tympanum selten, theils weil das Wasser dadurch nicht hoch ge-

hoben werden kan, theils weil die Schöpfräder bessere Dienste thun. Es wird gemeiniglich durch ein daran befindliches Tretrad bewegt.

b) Aeussere mechanische Gewalt.

§. 11.

1) Die Schaufeln.

Diese sind von dreierlei Art. Einfache Schaufeln, Hebeschaufeln, und Schwungschaufeln. 1) Die einfachen Handschaufeln sind, wenn Leute genug vorhanden, das bequemste Werkzeug, das Wasser und Schlamm aus Teichen, Gräben, auch wohl Schleusen herauszubringen. Ich habe hier in Halle, durch solche Schaufeln den Schlamm aus einer Schleuse, die ziemlich tief war, in wenig Tagen herauswerfen lassen, wobei der Schlamm auf ein Gerüste, und von diesem aus der Schleuse herausgeworfen wurde. 2) Hebeschaufeln dienen bei Ueberschwemmungen, das Wasser auszuschöpfen. Sie sind in A an einem Bolzen beweglich, und werden in B vermittelst der Hebel BC durch Menschen erst niedergelassen, und wenn sie sich vollgeschöpft, in die Höhe gehoben, und giessen das eingeschöpfte Wasser aus. 3) Schwungschaufeln sind sehr grosse einfache Schaufeln, die, weil sie vor einen Menschen zu schwer seyn

Tab. XV. Fig. 2.

würr-

würden, durch ein doppeltes Strick an einem Gestelle hängen, und werden an dem langen Stiel durch Menschen gehoben. Das Wasser wird durch deren Hülfe ziemlich hoch geworfen.

§. 12.

2) Das Schaufelwerk.

Von dieser sehr nützlichen Maschine bemerken wir 1) die Einrichtung. Sie besteht aus einem langen unten und oben offenen hölzernen Kasten AB. Durch denselben werden die viereckten hölzernen Schaufeln E, welche den innern Raum des Kastens, doch ohne gedrange zu gehen, verschliessen, durchgezogen. Diese sind durch eiserne in der Mitte bei F mit einem Gelenke versehene Stäbe mit einander verbunden. Da der untere Theil der Maschine im Wasser steht, so heben, sie bei ihrem Eintrit in den Kasten, das über ihnen stehende Wasser oder Schlamm in die Höhe, und giessen es in das Gerinne AG aus. Tab. XV. Fig. 3.

2) Ihre Eintheilung in einfache und doppelte, wo sehr breite Schaufeln durch doppelte eiserne Stäbe verbunden sind.

3) Die Art, sie zu bewegen. Die Schaufeln überschlagen sich über eine Welle oder Korb, so aus sechs Armen und dazwischen befindlichen Stöckenbesteht. Diese Welle wird gedrehet a) entweder von Menschen, durch Kurbeln, die sich an beiden Enden

der

der Achse befinden, oder b) durch Thiere. Es ist alsdenn, wie bei den Roßmühlen, ein Kammrad an einer mit einer Deichsel versehenen verticalen Welle befindlich. Dieses greift in einen Trilling, an dessen Welle der Korb ist, über welchen sich die Schaufeln bewegen.

4) Ihren Gebrauch. Sie werden mehrentheils im Grundbau gebraucht, oder wo Schlamin auszuräumen ist, welcher sich noch besser als das Wasser dadurch heben läßt.

§. 13.

3) Schöpfwerke.

Sie bestehen aus Eimern, die durch eine Kette verbunden sind, und sich über eine sechseckigte Welle oder Korb überschlagen. Wolf beschreibt sie §. 6 Hydraul. Sie giessen das Wasser ungewiß aus, und da die Ketten bei strenger Kälte leicht springen, so werden sie wenig gebraucht.

§. 14.

4) Kastenwerke.

Hier sind statt der Eimer viereckte Kasten, die sich über eine sechseckte Welle überschlagen. Sie haben alle Fehler der Schöpfwerke, und über dieses zerbrechen die Kasten beim öftern Ueberschlagen sehr leicht, sie werden daher auch wenig gebraucht.

§. 15.

§. 15.

5) Püschelwerke.

Von diesen bemerken wir 1) ihre allgemeine Einrichtung. Zu einem Püschelwerk wird eine verticale Röhre AB erfordert, die mit ihrem untern Theil BF im Wasser steht, durch welche gewisse die Röhre völlig verschliessende Körper (oder Püschel) E durchgezogen, und dadurch das Wasser in die Höhe gehoben wird. Zu dem Ende befindet sich a) oben in D und unten in C eine wie ein Trilling eingerichtete Welle, oder Korb, über welchen sich die Püschel überschlagen, und durch deren Umdrehung sie bewegt werden. b) In der verticalen Röhre befindet sich unten in GH eine Oeffnung, durch welche die Püschel durchgehen, und indem sie unter der Welle C durchgehen, beim in die Höhe ziehen, das Wasser im Raum FH fangen, und mit sich in die Höhe führen. Welches denn oben in A in ein Behältnis ausgegossen wird. Tab. XV. Fig. 7.

2) Die Art, die Püschel zu machen. Diese sind a) entweder Kugeln. Diese werden theils massiv von Holz gemacht, und mit Leder überzogen, oder besser sind es lederne mit Pferde- und Kuhhaaren ausgestopfte Kugeln. Beide machen sehr viel Reibung. b) Oder es sind hölzerne Halbkugeln A, deren Durchmesser kleiner ist, als der Durchmesser der Röhre, wodurch sie gezogen werden. Auf diese ist die grössere Scheibe BC Tab. XV. Fig. 4.

von

von starken Leder genagelt, welche den Raum der Röhre völlig verschließt. Diese haben weniger Reibung, und sind nicht so kostbar, als die vorigen. c) Oder man setzt sie aus zwei hölzernen oder metallenen Scheiben A und B zusammen, deren Durchmesser viel kleiner ist, als der Durchmesser der Röhre. Zwischen diesen ist die starke lederne Scheibe CD, welche die Röhre genau verschließt, eingeklemmt, und durch eine Schraube EF befestigt. Diese Art ist die beste und dauerhafteste. Diese Püschel werden durch Stricke, oder besser durch Ketten, mit einander verbunden.

Tab. XV. Fig. 5.

3) Ihre Bewegung. Diese geschieht a) überhaupt durch die Umdrehung der Wellen, über welche sich die Püschel überschlagen. b) Insbesondere aber wird diese Welle bewegt, aa) entweder blos durch Menschen, welche die an der Axe befindliche Kurbeln umdrehen, oder bb) durch Pferde. An der stehenden Welle AB befindet sich das Kammrad C. In FG ist die Deichsel, wodurch die Welle mit dem Kammrade gedrehet wird. Dieses greift in das Getriebe D, an dessen Welle sich der Korb E befindet, um welchen sich die Püschel überschlagen. Dieser Methode bedienet man sich hier in Halle, die Soole im Deutschen Brunnen heraus zu fördern. cc) In manchen Fällen, besonders nahe an Gebürgen, wo starke Bäche sind, kann man oft Püschelwerke, ohne grosse Kosten, durch ho-

Tab. XV. Fig. 6.

rizon-

rizontale Wasserräder auf folgende Art in Bewegung setzen. Aus dem Gerinne RS fällt das Wasser in die gekrümmten Schaufeln des horizontalen Wasserrades O. An dessen Welle MN befindet sich das Kammrad P, dessen Kämme in das Getriebe Q eingreifen, an dessen Welle sich der Korb D befindet, welcher die Püschel bewegt. Tab. XV. Fig. 7.

4) Ihren Gebrauch. Püschelwerke können das Wasser leicht und ziemlich hoch heben. Da sie aber durch die beständige unvermeidliche Reibung leicht wandelbar werden; so bedient man sich dererselben hauptsächlich nur alsdenn, wenn das Wasser nicht beständig gehoben werden darf. Wie bei Salzwerken, auch bei Bergwerken, wenn der Zufluß des Wassers nicht sehr stark ist.

§. 16.

6) Schöpfräder.

Von den Schöpfrädern bemerken wir 1) ihre algemeine Einrichtung. Ein Schöpfrad ist ein Rad, an dessen Felgen man gewisse Gefässe anbringt, wodurch das Wasser in die Höhe gehoben wird.

2) Ihre Eintheilung. An denen Felgen sind a) entweder Schaufeln, und diese heißen Schaufelräder. Zwischen denen beiden Kränzen des Rades AC und BD befinden sich Schaufeln AB, deren besondere Abbildung in G vorgestellt ist. Diese schöpfen Tab. XV. Fig. 8.

das

das Wasser in E ein, und werfen es gegen F herüber: b) oder nicht; alsdenn aa) befinden sich an der Stirne des unterschlächtigen Wasserrades zwischen den Schaufeln Kasten, mit auf der Seite angebrachten Oefnungen, wie dergleichen Wolf beschreibt, Hydraul. Dieses sind aber die schlechtesten. Oder bb) es sind von aussen an dem Rade an einem Nagel bewegliche Kasten angebracht. Diese schöpfen sich unter dem Wasser in C von selbst voll. Bei weiterer Umdrehung des Rades hängen sie ihrer Schwere wegen vertical, wie bei D. Kommen sie aber in A, so überwerfen sie sich über ein in E hervorragendes starkes Holz, bekommen dadurch eine horizontale Lage, und schütten das Wasser in das Gerinne FG aus. Oder cc) an der Stirne des Wasserrades befinden sich statt der Kasten Eimer, die sich auf eben die Art voll schöpfen, und das Wasser oben ausgießen.

Tab. XVI. Fig. 1.

3) Die Art, sie zu bewegen. Schaufelräder werden durch ein an der Welle des Rades angebrachtes Wasserrad bewegt, weil Treträder zu langsam gehen. In Holland bewegt man sie durch Windflügel. Das Schöpf- oder Schaufelrad A ist an der schiefen Welle BC befestigt, welche durch die Windflügel gedrehet wird. Diese sind durch das Gestelle EGFHI fest. Dieses kan durch die Fahne EF, welche sich um die Welle GI drehen läßt, nach dem Winde gestellt werden. Die gewöhnli-

Tab. XVI. Fig. 2.

chen

chen Schöpfräder sind gemeiniglich zugleich unterschlächtige Wasserräder, doch kan man sie auch in gewissen Fällen durch ein an ihre Welle befestigtes Tretrad bewegen.

4) Ihren Gebrauch. Da solche Räder nicht sehr hoch seyn können, und noch dazu um einen Theil im Wasser stehen müssen, so können Schöpf- und Schaufelräder nirgend anders angebracht werden, als wo das Wasser nicht sehr hoch gehoben werden darf. Man braucht die Schaufelräder insbesondere zur Austrocknung überschwemmter Gegenden, und Ausschöpfung der Schleusen und Kanäle. Die Schöpfräder werden auch sonst zu Wasserkünsten gebraucht, dieses geschieht aber selten.

§. 17.

7) Wasserzange oder Wasserkuppe.

Die Wasserzange nähert sich schon dem äussern Ansehn nach, und wegen der darin befindlichen Ventile, den Saug und Druckwerken, ohngeachtet sie noch zur ersten Klasse der Wassermaschinen gehört. Wir merken uns von ihr 1) ihre **Einrichtung.** Die hölzerne Röhre AB hat in A eine Seitenröhre zum Ausguß, in B eine aufwerts gehende Klappe. Diese Röhre steht auf einem hölzernen Kasten BCGD, der unten offen, auf den Seiten platt, forne aber in BD nach einem Cirkelschnit aus dem Mittelpunct C gerundet

Tab. XVI. Fig. 3.

ist, damit das Brett CD sich bequem auf und nieder bewegen könne. In C befindet sich eine Welle, in welche das Brett CD, welches in der Mitte E eine aufwärts gehende Klappe hat, eingezapft ist, so daß bei Umdrehung der Welle dieses Brett in B gehoben und wieder bequem herunter bewegt werden kan. An eben dieser Welle befindet sich von aussen der Hebel CF, wodurch die Welle bequem gedrehet werden kann. Dieser Kasten steht bis in HI im Wasser. Wenn CD herunter gedrückt wird, so stößt das Wasser die Klappe E auf, und trit in den Raum CBD. Wird CD in die Höhe gegen BC gedrückt, so stößt das Wasser die Klappe B auf, und tritt in die Röhre AB. Eben diese Klappe B hindert aber dessen Zurückfallen. Bei jeder neuen Bewegung von CD wird frisches Wasser in die Röhre AB hinein getrieben, es steigt also in derselben in die Höhe, bis es durch die Ausgußröhre A herausfließt.

2) Ihren Gebrauch. Man kan sich nur in solchen Fällen ihrer bedienen, wo das Wasser geschwinde, aber nicht hoch gehoben werden soll, z. E. im Grundbau. Sie wird daher selten bei andern Gelegenheiten gebraucht.

c) Druck der Luft.

§. 18.

Ueberhaupt.

Die Luft hält das Gleichgewicht mit einer Wassersäule, die 32 Fuß hoch ist. Sie ist also im Stande, das Wasser bis zur Höhe von 32 Fuß durch ihren blossen Druck zu heben, so bald das Gleichgewicht der Luftsäulen unter einander gehoben wird. Dieses Gleichgewicht wird auf verschiedene Art gehoben. Es geschieht dieses theils ohne einen **Embolum**, theils mit demselben.

§. 19.

a) Ohne Embolo.

Ohne Embolo wird das Wasser gehoben, 1) indem durch Hülfe des **Feuers** ein luftleerer Raum hervorgebracht wird, in welchen das Wasser durch den Druck der Luft steigt. So ist die erste Erfindung des **Savery** von der Feuermaschine beschaffen gewesen. S. *Switzer* Gener. Syst. of hydr. and hydr. p. 325. 2) Durch blosse **Verschliessung** der obern Oeffnung einer Röhre im **Stechheber**. 3) Durchs **Aussaugen** oder durch blosses Anfüllen mit Wasser, wodurch die Luft herausgetrieben wird, im gemeinen **Heber**. Wozu auch einige Arten von Springbrunnen gehören, die wir unten betrachten werden.

§. 20.

b) Mit einem Embolo. Saugwerke.

Von diesen bemerken wir 1) ihre **Einrichtung.** Sie bestehen aus einer viereckten oder cylindrischen Röhre, in welcher unten ein Ventil ist, welches sich nur aufwärts öffnet. Ueber diesem befindet sich an der Kolbenstange der Kolben oder der Embolus, in welchem ebenfalls ein Ventil vorhanden ist. Wir haben hierbei besonders a) die Röhre AB zu betrachten. Diese muß bei Saugwerken, die beständig und lange arbeiten, von Holz, cylindrisch und ausgebohrt seyn. Ja in Bergwerken ist sie oft von Eisen. In Saugwerken, die nur auf eine kurze Zeit, z. E. zum Ausschöpfen eines Kanals oder Schleuse gebraucht werden, werden sie viereckt aus vier zusammen gefügten Brettern gemacht. b) Die Ventile. In Saugwerken, die nur auf eine kurze Zeit gebraucht werden, macht man die Ventile nur von Holz. Es wird in ein Brett, welches sich völlig in die Röhre paßt, ein viereckt Loch eingeschnitten, auf welchem sich ein viereckter Deckel oder Klappe befindet, die mit Leder verwahrt, und auf der einen Seite der Länge nach mit einem Charnier versehen ist, welches aus zwei eisernen Haspen, die sich um einen Bolzen drehen, besteht. In beständigen Saugwerken aber muß das Ventil von Messing seyn. Die gewöhnlichste Art ist, daß man sie in Form

Tab. XVI. Fig. 4.

eines umgekehrten abgekürzten Kegels macht, der sich in eine eben so ausgeschnittene Vertiefung von Meßing paßt. Unten ist an dem abgekürzten Kegel eine kurze Stange mit einem Knopf. Diese Stange geht durch einen meßingenen Ring, der aber den Knopf nicht durchläßt, und daher hindert, daß das Ventil nicht zu hoch gehoben und aus der Pfanne geworfen werde. c) Den Kolben oder Embolus. Dieser besteht gemeiniglich aus einem kurzen massiven hölzernen Cylinder, der mit einigen Löchern durchbohrt ist. Oben ist er mit einem dicken Leder bedeckt, welches aber nur mit ein paar Nägeln befestigt ist, damit es von dem durch die Oeffnungen des Stempels heraufdringenden Wasser, in die Höhe gehoben werden könne. In der Mitte des Emboli ist die Kolbenstange, die bei guten Saugwerken von Eisen seyn muß, befestigt, durch deren Hülfe der Kolben auf und nieder bewegt werden kan. Weil durch diese Löcher, der hölzerne Kolben sehr geschwächt wird, auch bei grossen Saugwerken das Wasser beim Durchgang durch die Oeffnungen des Kolbens sehr aufgehalten wird, und von der Gewalt des durchdringenden Wassers das obere Leder sehr leidet; so schlägt Belidor Arch. hyd. lib. 3 cap. 3. eine andere Art von hohlen Kolben vor.

§. 21.

Wirkungsart der Saugwerke.

2) Wir betrachten ferner die Wirkungsart des Saugwerks. So bald der Kolben aus C in die Höhe gegen D gezogen wird, entsteht in DC ein luftleerer Raum. Die Luft, welche von aussen auf das Wasser druckt, hebt daher das Wasser unter dem Ventil C in die Höhe. So bald der Zug aufhört, fällt das Ventil, seiner eigenen Schwere wegen, zurück, und verschließt die Oeffnung bei C. Wird der Kolben D wieder herunter getrieben, so dringt das gedrückte Wasser, durch die Löcher des Emboli, hebt das locker aufgenagelte Leder in die Höhe, und tritt über das Leder. Dieses wird durch die Schwere des darüber stehenden Wassers fest an die Oeffnungen des Stempels gedrückt, und verschließt sie so, daß das Wasser nicht wieder zurück fließen kann. Es wird dieses daher beim zweiten Zuge des Kolbens in die Höhe gehoben, und fließt durch die Ausgußröhre E heraus.

Tab. XVI. Fig. 4.

§. 22.

Art, den Kolben zu bewegen.

3) Was die Bewegung des Kolbens betrift, so wird diese überhaupt auf dreierlei Art erhalten, a) durch einen Hebel, b) durch eine Kurbel, c) durch Kehrräder.

a) Durch einen Hebel wird die Kolbenstange bewegt; aa) einmal durchs auf und nieder

nieder bewegen des Hebels, wie an den gewöhnlichen Wasserplumpen, an welchen entweder ein Hebel der ersten Art (vectis heterodromus) oder ein Hebel der zweiten Art, (vectis homodromus) dergestalt angebracht ist, daß die Kolbenstange nahe an dem Ruhepunct durch ein Gelenke befestigt, der lange gekrümmte Arm aber von Menschen mit der Hand auf und nieder bewegt wird. bb) Durch Treten. Dergleichen beschreiben Belidor und Switzer. Der lange Balancier-Balken AB, Tab. XVI. Fig. 5. an dessen beiden Enden schwere Gewichte befestigt sind, ist in der Mitte in C an der verticalen eisernen, unten mit einem Ring, wodurch die Balancier-Stange geht, versehenen Stange befestigt. Von der Balancier-Stange gehen zwei eiserne Arme herunter, die in F und G an dem Balancier-Brett FG befestigt sind. Durch dieses Brett gehen bei H und I die Kolbenstangen HK und IL, und sind mit Nieten darin feste. Auf dem Balancier-Brett steht ein Mensch, der in D und E die Balancier-Stangen fest hält, in O und P aber mit den Füssen das Brett bewegt, und dadurch beide Kolbenstangen wechselsweise hebt. cc) Durch Ziehen. Davon giebt Belidor (Arch. hydr. 3 Buch 4 Cap.) Beispiele. Wir wollen nur eine Art beschreiben. Eine horizontal auf Zapfen ruhende Welle ist mit zwei Armen versehen. An dem hintern Arm ist ein Gewicht, an dem vordern Arm

aber nahe an der Welle die Kolbenstange, und am Ende des Arms eine mit einem Ring versehene Kette. Wenn diese herunter gezogen wird, geht die Kolbenstange mit dem Arm, an welchem sie fest sitzt, herunter, das gegen über liegende Gewicht aber wird gehoben. Dieses sinkt hernach von selbst nieder, und zieht die Kolbenstange wieder in die Höhe.

b) Durch eine Kurbel. Diese wird entweder aa) durch ein Wasserrad in Bewegung gesetzt, oder bb) durch Windflügel.

aa) Bei dem Wasserrad ist wieder eine doppelte allgemeine Methode. α) An der Kurbel, welche an der Welle des Wasserrades befestigt ist, befindet sich eine Zugstange. Und hier ist die Zugstange αα) entweder vertical. In diesem Fall ist die Zugstange BC des Wasserrades A an dem Arm CD einer horizontalen Welle DE befestigt. An dieser Welle befindet sich ein oder mehrere Arme in F und G, welche einander allezeit gerade entgegen gesetzt sind, damit die eine Kolbenstange zu eben der Zeit herunter gehe, wenn sich die andere hebt. An diesen zweien sind die Kolbenstangen der Saugwerke befestigt. Indem daher die Kurbel in die Höhe geht, so hebt sie den Arm CD, und drehet dadurch die Welle zum Theil herum. Dadurch gehet der Arm G herunter und F in die Höhe, und eben so bewegen sich die Kolbenstangen. Geht die Kurbel herunter, so geht F herunter und G in die Höhe. Oder

Tab. XVI. Fig. 6.

ββ) die

ββ) die Zugstange ist horizontal. Diese ist auf der andern Seite mit einem Kunstkreutz verbunden, durch dessen horizontale Arme die Kolbenstangen bewegt werden. Davon werden unten bei den Bergwerksmaschinen Beispiele gegeben werden. Oder β) es ist keine dergleichen Zugstange da. In diesem Fall macht man gemeiniglich doppelte Kurbeln. An der Welle BC des Wasserrades A befindet sich die doppelte Kurbel CD, woran in E und F zwei Kolbenstangen dergestalt fest sitzen, daß die in E befestigte zu eben der Zeit herunter geht, wenn die in F in die Höhe steigt. Tab. XVI. Fig. 6.

bb) Oder die Kurbel wird durch Windflügel bewegt. Die einfachste Art davon ist folgende: An der Welle AB derer Windflügel ist in C eine eiserne Kurbel, an welcher die Kolbenstange CD der Plumpe befestigt ist. Diese steht in H im Wasser. DEF ist der Bock oder das Gestelle, worauf die Windmaschine ruht, und G ist die Windfahne. Man kann auch hier, wenn mehr Plumpen getrieben werden sollen, doppelte Kurbeln anbringen, damit, wenn eine Kolbenstange steigt, die andere herunter gehe. Tab. XVII. Fig. 1.

c) Es werden aber auch oft die Kolbenstangen durch Kehrräder in Bewegung gesetzt. Diese bewegen aa) entweder ein mit Zähnen versehenes Gatter, an welchem sich eine Zugstange befindet, die an einem Kunstkreutze fest ist. Dergleichen werden

wir unten bei den Bergwerksmaschinen beschrei-
Tab. XVII. ben. Oder bb; nach Belidors Angabe ist
Fig. 2. die Kolbenstange AB oben in AC mit Zäh-
nen versehen, in welche die Zähne des Kehr-
rades D dergestalt eingreifen, daß bei der Um-
drehung des Kehrrades, die Kolbenstange her-
unter getrieben wird. Sobald der letzte Zahn
des Kehrrades von der Stange abgeht, so wird
dieselbe durch das Gewicht P, welches an ei-
nem über die Rolle Q gehenden Strick hangt,
und welches oben mit der Kolbenstange ver-
bunden ist, wieder in die Höhe gezogen. Da
nun, wenn die glatte Seite des Kehrrades
herum ist, die Zähne desselben wieder in die
Zähne der Kolbenstange eingreifen; so trei-
ben sie dieselbe wieder herunter. Statt des
in P angehängten Gewichts kann man auch
die Kolbenstangen selbst in A mit Gewichten
beschweren. Das Kehrrad aber wird durch
ein an dessen Welle befindliches Wasserrad be-
wegt. Noch besser gefällt mir Switzers
Tab. XVII. Methode. An der Welle des Wasserrades
Fig. 3. AB sind in CM und DN zwei Vertiefungen
ausgeschnitten. Die Vertiefung CM ist blos
auf der linken Seite mit Stöcken in Form
eines Trillings besetzt, die rechte Seite hat
keine Stöcke. An dem Einschnit DN ist es
verkehrt. Die rechte Seite ist mit Stöcken
besetzt, die linke nicht. Die Kolbenstangen
EF und GH der Plumpen K und L sind
oben mit Zähnen versehen, die just so weit

von

von einander entfernt sind, als die Stöcke von CM und DN. Beide Stangen sind über dieses durch ein Strick verbunden, das über die Rolle I geht, so daß, wenn die eine Kolbenstange herunter geht, die andere dadurch in die Höhe gezogen wird. Indem nun die Welle sich umdreht, so greifen die auf der linken Seite von CM befindliche Stöcke in die Zähne der Kolbenstange EF ein, und treiben sie herunter; dadurch geht also die Kolbenstange GH in die Höhe. Da auf der rechten Seite von CM keine Stöcke sind, so greift auch nichts mehr in die Zähne der Kolbenstange, wenn die Welle halb herum ist. Hingegen greifen nun die Stöcke von DN in die Zähne der Kolbenstange GH, und drücken diese herunter, wodurch denn EF wieder in die Höhe gezogen wird. Ich würde hier statt der Rolle I eine Welle mit zwei Armen anbringen, an welchen die Kolbenstangen durch ein Gelenk befestigt werden könten. d) Man kann sich auch zur Bewegung der Kolbenstangen des Dampfes vom kochenden Wasser bedienen, welches in denen Feuermaschinen geschieht, von welchen wir in einem besondern Anhange weitläuftiger handeln werden.

§. 23.

Gebrauch der Saugwerke.

4) Endlich müssen wir den Gebrauch der Saugwerke bestimmen. Der Nutzen de-

rer

rer Saugwerke im gemeinen Leben ist sehr groß. Man bedient sich deren a) zu den bekanten Wasserplumpen, wodurch das Wasser zum ökonomischen Gebrauch, aus der Erde, oder Flüssen herausgehoben wird. b) Zum Ausschöpfen der Schleusen und Kanäle ist nichts besser und würkt geschwinder als Saugwerke. Ich habe vor einigen Jahren bei der Reparatur der Gimritzer Schleuse, welche in vielen Wochen durch ein Schaufelrad nicht konte ausgeschöpft werden, das Wasser in etlichen Stunden durch 4 Plumpen herausgeschafft. c) Man bedient sich ferner der Plumpen auf denen Schiffen, um das in den Raum eingedrungene Wasser geschwinde herauszuwerfen. So daß die Plumpen auf jedem Schiff unentbehrlich sind. Kurz, man kann durch Saugwerke das Wasser in jedem Fall geschwinde heben, wo die Höhe nicht über 30 Fuß ist. Allein d) wenn dasselbe über 30 Fuß mit Saugwerken gehoben werden soll; so müssen mehrere Plumpen über einander gestellt werden. Man bediente sich dieser Methode sonst bei Wasserkünsten, und auch unsere hiesige Hallische schöne Wasserkunst, wodurch unsere ganze Stadt mit Wasser versehen wird, war sonst so eingerichtet. Weil aber dergleichen Künste beständigen Reparaturen unterworfen sind, so hat man an deren Stelle hier und an andern Orten Druckwerke angelegt, die zwar in

ihrer ersten Einrichtung kostbarer sind, man erspart dieses aber in wenigen Jahren wieder, weil sie weniger Reparaturen bedürfen. Nur auf den Bergwerken hat man die Plumpen zu den Künsten beibehalten müssen, wovon unten gehandelt werden soll.

d) Schnellkraft der Luft.

§. 24.

Die Schnellkraft der Luft kann auf eine zwiefache Art vermehrt werden, entweder durch die Zusammendrückung, oder bei eingeschlossener Luft, durch die Wärme. Zu grossen Maschinen bedient man sich derselben nie allein. Sie wird nur bei kleinen beweglichen Springbrunnen gebraucht. Der Heronsbrunnen, der Kircherſche Brunnen, u. a. dergleichen, die theils Wolf in seiner Hydraulik anführt, theils ich in den Ersten Gründen der Naturlehre im 2 Th. Cap. 3 beschrieben habe, werden durch die Schnellkraft der Luft getrieben. Wir werden etwas davon bei der Theorie der Springbrunnen gedenken.

e) Schwere der Luft mit dem mechanischen Druck eines Emboli verbunden: Druckwerk.

§. 25.

Druckwerk überhaupt.

Da das Wasser durch den blossen Druck der Luft, nicht über 30 Fuß gehoben werden kan,

kann, so ist man genöthiget worden, in solchen Fällen, wo es zum Gebrauch nothwendig höher gehoben werden muß, eine äussere mechanische Gewalt, welche einen Kolben niederdrückt, und dadurch das Wasser höher hebt, zu Hülfe zu nehmen. Daraus sind die Druckwerke entstanden, bei welchen auch oft so gar die Schnellkraft der Luft zur Verstärkung der Gewalt gebraucht wird. Wir haben hierbei 1) die Einrichtung des Druckwerks überhaupt zu bestimmen, 2) die Wirkungsart zu erklären, 3) die Eintheilung derselben anzugeben, 4) die Art, die Druckwerke zu bewegen, vorzutragen, 5) etwas von dem Gebrauch derselben hinzuzufügen, und endlich 6) von den Eigenschaften eines guten Druckwerks und der Berechnung desselben einen kurzen Begriff zu geben.

§. 26.

1) Einrichtung des Druckwerks.

1. Zu einem Druckwerk wird erfordert a) eine Saugröhre, b) eine Steigeröhre, c) die Kolbenröhre oder Stiefel, d) der Kolben, und e) einige Ventile. Tab. XVII. Fig. 4. a) Die Saugröhre AB steht mit dem untern offenen Theile im Wasser, oben bei A ist sie gegen den Stiefel zu mit einem aufwärts gehenden Ventile verschlossen. b) Die Kolbenröhre hat ausser der obern Oeffnung C,

durch

durch welche der Embolus hereingebracht wird, die man durch einen Deckel, zu Verhütung, daß sich kein Staub und Unreinigkeit hinein setze, verschliessen kann, eine Seitenöffnung in F, an dieser ist die Kropfröhre FD, welche den Stiefel mit der Steigeröhre HE verbindet. An dieser ist entweder in F oder H ein Ventil, das blos aufwärts geht. Diese Röhren und Ventile müssen insgesamt von Meßing oder Metall seyn. In dem Stiefel befindet sich c) der Embolus oder Kolben. Dieser besteht aus einer dicken kurzen meßingenen Platte AB, deren Durchmesser etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 Linien kleiner ist, als der innere Durchmesser des Stiefels. An diesem ist oben in H ein Ring, in welchem die Kolbenstange fest sitzt, unten aber ist ein kleiner Cylinder von Meßing CD, der sich in DK in eine Schraube endigt. Alle diese Theile sind aus einem Stück gegossen. Es werden darauf unter die Platte AB dicke lederne Scheiben gelegt, die in der Mitte ein Loch haben, durch welches der Cylinder CD durchgeht. Diese Scheiben sind von gutem dichten Leder, und etwas grösser, als die innere Höhlung des Stiefels. Wenn diese Scheiben fest an einander geschlagen sind, so wird an die Schraube DK eine kupferne Scheibe LM angeschraubt. Die dadurch fest zusammen gepreßte lederne Scheiben EF werden alsdenn auf einer Drechselbank so weit abgedrehet, bis

Tab. XVII. Fig. 5.

sie mit dem Cylinder AB einerlei Durchmesser haben. Man stößt alsdenn den an die Stange befestigten Kolben, bis ganz in den Stiefel herunter, und begießt ihn mit Wasser. Dadurch quellen die ledernen Scheiben EF, und verschliessen alsdenn den inneren Raum des Stiefels völlig. e) Die Ventile sind von Meßing, wie die untern Ventile der Saugwerke. S. §. 19.

§. 27.

2) Würkungsart. 3) Eintheilung.

2. Da der untere Theil des Druckwerks ein wirklich Saugwerk ist, so läßt sich die Wirkungsart des Druckwerks leicht einsehen. Tab. XVII. Fig. 4. Wenn der Kolbe I, der vorher auf dem Ventil G gelegen, gegen C in die Höhe gezogen wird; so wird der Raum IG luftleer. Die in der Saugröhre AB befindliche Luft dehnt sich daher aus, stößt das Ventil auf, und trit zum Theil in diesen Raum. Dadurch wird die Luft in AB verdünnet, und kann das Gleichgewicht mit der äussern Luft nicht mehr halten. Der Druck der äussern Luft hebt daher das Wasser bis I. Da beim Heruntertreiben des Kolbens das Wasser weder durch das nun verschlossene Ventil G zurück, noch durch den maßiven Kolben durchdringen kan; so wird es durch die Oeffnung F in die Kropfröhre FD getrieben, stößt das Ventil H auf, und trit in die Steigeröhre HE.

Da

Da bei jeder Bewegung des Kolbens eine neue Quantität Wasser in die Steigeröhre trit, welches durch das Ventil H zurückzufallen gehindert wird, so wird das Wasser immer höher getrieben, so weit es die mechanische Gewalt, welche die Kolbenstange treibt, heben kan.

Wir kommen 3) zur **Eintheilung.** Wenn Druckwerke a) nur Einen Stiefel haben, so sind sie einfach. b) Bestehen sie aber aus zwei oder mehr Stiefeln, deren Kropfröhren das Wasser in eine Steigeröhre zusammenleiten, so heissen sie **zusammengesetzte Druckwerke.**

§. 28.

4) Art, die Druckwerke zu bewegen. 5) Gebrauch.

4. Die Art, die Druckwerke zu bewegen. Die Kolbenstange der Druckwerke kann durch eben die Kräfte bewegt werden, wie bei den Saugwerken. Es kann durch Hebel, Kurbeln, Kehrräder und durchs Feuer geschehen. Der Hebel und die Kurbeln werden am öftersten gebraucht. Da wir schon die besondern Applicationen dieser Kräfte bei den Saugwerken betrachtet haben, die Abweichungen und Bestimmungen in der Praxi aber unten bei den zusammengesetzten Maschinen angegeben werden sollen; so ist es nicht nöthig, hier davon weitläuftiger zu handeln.

5. Bei dem Gebrauch derer Druckwerke merken wir hier nur überhaupt, daß sie an

allen solchen Orten angebracht werden, wo das Wasser sehr hoch zu heben ist, wie bei Feuerspritzen, Wasserkünsten, Jet d'eaus und grossen Fontainen.

§. 29.

c) Eigenschaften und Berechnung der Druckwerke.

6. Zu einem guten Druckwerk gehören drei Stücke. 1) Die Weite, Höhe und Stärke der Stiefel muß der Gewalt, welche die Kolbenstange bewegt, proportionirlich seyn. 2) Die Durchmesser der Saugeröhre, Kolbenröhre und Steigeröhre müssen eine gehörige Verhältnis haben. 3) Der Kolben und die Ventile müssen gut beschaffen seyn.

1) Um den Diameter des Stiefels zu berechnen, muß man a) die Schwere des Wassers, das gehoben werden soll, wissen. Wir setzen, 1 Cub. Fuß Wasser wiege 70 Pf. und man reducire dieses auf cylindrischem Maaß zu mehrerer Leichtigkeit. Man nehme also einen Cylinder an, der 1 Fuß im Durchmesser und 1 Fuß zur Höhe hat, so wird man finden, die Schwere betrage $54 + \frac{250}{1000}$ Pf. oder 55 Pf. Gesetzt also, ein Druckwerk soll das Wasser 30 Fuß hoch heben; so wird, wenn der Durchmesser der Röhre 1 Fuß $=$ 10″ ist, die Schwere des zu hebenden Wassers seyn 1650 Pf. Und so groß muß die Gewalt seyn, welche das Druckwerk ausübt, wenn man nicht auf die Geschwindigkeit sieht. b) Da

alle

alle Cylinder sich verhalten, wie die Quadrate ihrer Durchmesser, so kan die Verhältnis der Durchmesser gar leicht auf folgende Art bestimmt werden. Es sey die Kraft, welche das Wasser auf 30 Fuß hoch durch ein Druckwerk heben soll, = 600 ℔; so kan man schließen: wie die Kraft 1650 ℔ sich verhält zum Quadrat des Durchmessers von 10″, so verhält sich die Kraft der 600 ℔ zum Quadrat des Durchmessers der dazu gehörigen Röhre, aus welcher hernach die Quadratwurzel gezogen werden muß. Diese ist der verlangte Durchmesser der Kolbenröhre. 1650 : 100 = 600 : Quadr. des gesuchten Diameters. Dieses ist also mit Weglassung der Brüche 36″, dessen Wurzel = 6″, und dieses ist der gesuchte Durchmesser der Kolbenröhre. c) Was die Höhe des Stiefels anbetrift, so kan man diese aus folgenden Gründen bestimmen. αα) Da die Kolbenstange mit dem Hebel, oder der Kurbel, welche sie in Bewegung setzt, beim in die Höhe steigen, einen schiefen Winkel macht, der desto schiefer wird, je höher die Kolbenstange steigt, bei einer schiefen Würkung aber ein Theil der Kraft verlohren geht, (Naturl. §. 67.) so muß man dieselbe so wenig steigen lassen, als es nur möglich ist. Dazu kommt, daß bei einem schiefen Stoß der Kolben an den Stiefel angedruckt wird, welches nicht nur die Reibung vermehrt, sondern auch die Maschine selbst beschädigt. ββ) Wenn die Kolben-

stange zu hoch steigt, so kan der Raum zwischen ihr und dem untern Ventil durch die Saugröhre nicht geschwinde genug mit Wasser angefüllt werden. Es bleibt also zwischen der Oberfläche des Wassers und dem Kolben ein unnützer, ia schädlicher leerer Raum, welches vermieden wird, wenn man den Kolben nicht zu hoch steigen läßt. γγ) Wenn eine gewisse Quantität Wasser, z. E. 41 ℔, bei jedem Zuge der Kolbenstange, unter der Höhe von 3 Fuß gehoben würde: so müste unter der halben Höhe $1\frac{1}{2}$ Fuß nur die Hälfte $20\frac{1}{2}$ ℔ gehoben werden. Wenn aber unter dieser Höhe, die Kolbenstange sich zweimal auf und nieder bewegte, so würde eben die vorige Quantität Wasser gehoben werden. Da es nun dem Druckwerk zuträglicher ist, wenn die Kolbenstange sich nicht hoch bewegt; so folgt, daß man lieber die Geschwindigkeit der Bewegung vermehren, und die Höhe des Hubes in eben der Verhältnis vermindern müsse. Es versteht sich aber von selbsten, daß man auch hierin nicht zu weit gehe. Wenn sich die Kolbenstange zu geschwinde bewegt, so wird theils die Reibung des Kolbens mit der innern Fläche des Stiefels zu groß, theils entsteht wieder ein schädlicher leerer Raum unter dem Kolben. Denn da zum Uebergang des Wassers aus der Saugröhre durch das Ventil in den Stiefel, eine gewisse Zeit erfordert wird; so kann der Stiefel sich nicht gehörig

rig füllen, wenn die Bewegung des Kolbens zu schnell ist.

Wir wollen zur Probe einen besondern Fall durchgehen. Gesetzt, es solte durch ein Druckwerk mit einem Stiefel, das Wasser 30 Fuß hoch dergestalt gehoben werden, daß alle Minuten 210 Kannen herauf geschafft werden, und die hebende Kraft betrage 412 ℔, so wird (nach n. 5.) der Durchmesser der Röhre ohngefehr 5″ seyn. Nun berechne man einen Cylinder, dessen Durchmesser 5″ ist, dessen Inhalt aber 210 Kannen beträgt. Jede Kanne zu 2 ℔ gerechnet, sind 210 K. = 420 ℔. Nun nehme man an, der Kolben soll in einer Minute 20mal auf und nieder gehen. Man dividire also die Masse des Wassers 420 durch 20, so giebt Quotient 21 ℔ die Quantität des Wassers, das auf einmal gehoben wird. Nun stelle man sich einen Cylinder vor, dessen Durchmesser 5″, dessen Masse aber 21 ℔ beträgt. Es sind aber, den Cubicfuß zu 70 ℔ gerechnet, 21 ℔ = 300″ Cub. Man dividire die Grundfläche dieses Cylinders in die Masse, so komt beinahe 15, welches die Höhe ist, zu welcher der Kolben bei jedem Hube steigen muß. Man kann daher den Stiefel 16″ hoch machen.

d) Die Dicke des Metalls zu bestimmen, giebt **Belidor** eine Tabelle an, davon wir hier einen Auszug vor kupferne oder messingene Stiefel beifügen.

Höhe der kupfernen Röhren	Die Diameter der Röhren in Zollen.					
	2	4	6	8	10	12
	Die Stärke oder Dicke der Röhren, in Linien und Puncten.					
10	— ‴ $\frac{1}{3}$	— ‴ $\frac{2}{3}$	— ‴ 1	— ‴ 1	— ‴ 2	— ‴ 2
20	— ‴ 1	— ‴ 1	— ‴ 2	— ‴ 3	— ‴ 3	— ‴ 4
30	— ‴ 1	— ‴ 2	— ‴ 3	— ‴ 4	— ‴ 5	1 ‴ —
40	— ‴ 1	— ‴ 3	— ‴ 4	— ‴ 5	1 ‴ 1	1 ‴ 2
50	— ‴ 2	— ‴ 3	— ‴ 5	1 ‴ 1	1 ‴ 2	1 ‴ 4
60	— ‴ 2	— ‴ 4	1 ‴ —	1 ‴ 2	1 ‴ 4	2 ‴ —
70	— ‴ 2	— ‴ 5	1 ‴ 1	1 ‴ 3	2 ‴ —	2 ‴ 2
80	— ‴ 3	— ‴ 5	1 ‴ 2	1 ‴ 5	2 ‴ 1	2 ‴ 4
90	— ‴ 3	1 ‴ —	1 ‴ 3	2 ‴ —	2 ‴ 3	3 ‴ —
100	— ‴ 3	1 ‴ —	1 ‴ 4	2 ‴ 1	2 ‴ 5	3 ‴ 2
110	— ‴ 4	1 ‴ 1	1 ‴ 5	2 ‴ 3	3 ‴ —	3 ‴ 4
120	— ‴ 4	1 ‴ 2	2 ‴ —	2 ‴ 4	3 ‴ 2	4 ‴ —
130	— ‴ 4	1 ‴ 3	2 ‴ 1	2 ‴ 5	3 ‴ 4	4 ‴ 2
140	— ‴ 5	1 ‴ 3	2 ‴ 2	3 ‴ 1	4 ‴ —	4 ‴ 4
150	— ‴ 5	1 ‴ 4	2 ‴ 3	3 ‴ 2	4 ‴ 1	5 ‴ —
160	— ‴ 5	1 ‴ 5	2 ‴ 4	3 ‴ 3	4 ‴ 3	5 ‴ 2
170	1 ‴ —	1 ‴ 5	2 ‴ 5	3 ‴ 5	4 ‴ 4	5 ‴ 4
180	1 ‴ —	2 —	3 ‴ —	4 ‴ —	5 ‴ —	6 ‴ —
190	1 ‴ —	2 ‴ 1	3 ‴ 1	4 ‴ 1	5 ‴ 2	6 ‴ 2
200	1 ‴ 1	2 ‴ 2	3 ‴ 2	4 ‴ 3	5 ‴ 3	6 ‴ 4

2) Was die Durchmesser der Stiefel, Saugröhre und Steigeröhre anbetrift, so müssen, a) wenn nur ein Stiefel und eine Stei-

Steigeröhre vorhanden sind, diese gleich seyn. Die mehresten Druckwerke haben den Fehler, daß der Durchmesser der Steigeröhre kleiner ist, als der Durchmesser des Stiefels. Daraus aber entsteht folgende Hindernis: das Wasser, welches durch den Kolben, aus der Kolbenröhre oder Stiefel, in die Steigeröhre getrieben wird, nimmt in derselben nothwendig eben so viel Raum ein, als in dem Stiefel. Ist nun die Steigeröhre enger; so muß das Wasser höher steigen, das heißt, es muß sich geschwinder bewegen. Zu einer geschwindern Bewegung aber gehört mehr Kraft; daher muß auch die Kolbenstange hier nothwendig mehr Gewalt ausüben, um das Wasser zu heben, als wenn die Durchmesser gleich sind. b) Sind zwei Stiefel vorhanden, die wechselsweise wirken, so darf die Steigeröhre nur so weit seyn, als einer von den beiden Stiefeln, denn nur einer hebt das Wasser zu der Zeit, in welcher der andere das Wasser aus der Saugröhre empfängt. c) Sind mehrere Stiefel vorhanden, so muß der Durchschnitt der Saugröhre so groß seyn, als die Summe der Durchschnitte aller derer Stiefel, die das Wasser zugleich heben.

3) Von der Beschaffenheit der Kolben und Ventile ist schon oben gehandelt worden. Belidor Arch. Hydr. Lib. 3. Cap. 5. giebt ein Ventil mit einer Balancier-Klappe an, welches bessere Dienste leisten soll, als alle

bisherige. Bei uns ist, so viel ich weiß, dergleichen noch nicht eingeführt.

B. Zusammengesetzte Wassermaschinen.

§. 30.

Einleitung.

Alle zusammengesetzte Wassermaschinen bewegen das Wasser entweder zum nothwendigen Gebrauch, oder zur Lust. Bewegen sie das Wasser I) zum nothwendigen Gebrauch, so geschieht dieses entweder, a) indem das Wasser in einem Strahl in die Höhe geworfen wird, in der Absicht, bei entstandenen Feuersbrünsten das Feuer zu löschen. Dieses heissen Feuerspritzen. Oder b) indem das Wasser blos gehoben wird, und dahin gehören alle Zieh- und Schöpfbrunnen, auch die Wasserkünste. Oder c) indem das Wasser blos seiner Schwere nach mit einigem Gefälle in Röhren oder engen Canälen fortfließt. Dieses geschieht in den Wasser- und Röhrenleitungen. Wird aber II) das Wasser zur Lust bewegt, so läßt man a) es entweder in breiten Flächen durch Absätze fallen. Daraus entstehen die Cascaden. Oder b) man läßt es durch einen Strahl springen. Hier steigt aa) entweder der Strahl nothwendig aus einem mit dem Horizont gleichliegenden Bassin in die Höhe.

Die-

Dieses heissen Jet d'eaux. Oder bb) der Strahl kann allerlei Richtungen erhalten, und das Becken kann erhöhet seyn. Daraus entstehen die Springbrunnen oder Fontainen.

I. Wassermaschinen zum nothwendigen Gebrauch.

§. 31.

a) Das Wasser springt nothwendig. Feuerspritzen überhaupt.

Das Feuer kan bei entstandenen Feuersbrünsten auf eine dreifache Art gelöscht werden, entweder 1) indem durch eine schnelle Bewegung der Luft die Flamme von dem brennenden Körper losgerissen wird. Dieses erhält man bei Entzündungen in Schornsteinen durchs Schiessen. Oder 2) durch die Beraubung der Luft. Zur Fortdauer der Flamme wird Luft erfordert. Nimmt man daher dem Feuer die Luft, so löscht die Flamme so gleich aus. Es geschieht aber dieses auf eine doppelte Art, theils indem der äussern Luft der Zugang verwehrt wird, z. E. durch Klappen, womit die Schornsteine bedeckt werden, imgleichen durch nasse Säcke, u. d. und alsdenn wird die Flamme erstickt, oder durch Schwefeldämpfe. Die Schwefeldämpfe vernichten nemlich die Schnellkraft der Luft, und setzen sie also auffer Stand die Flamme zu erhalten. Man

kan daher das Feuer eines brennenden Schornsteins am leichtesten und geschwindesten dämpfen, wenn man eine hinlängliche Quantität Schwefel anzündet, und den Dampf davon in den Schornstein ziehen läßt. 3) Durch Wasser. Dieses wird auf eine dreifache Art zur Löschung des Feuers angewendet. a) Indem man es plötzlich in Tropfen auflöst, und dieses aufgelöste Wasser mit Gewalt gegen den brennenden Körper treibt. Es geschiehet dieses durch Schießpulver, welches innerhalb eines mit Wasser gefüllten Kastens durch eine Brandröhre entzündet wird. Dadurch wird das Wasser plötzlich in Dünste aufgelöst, und auf einen Schlag das Feuer gelöscht. Man hat davon vor einigen Jahren in Schweden merkwürdige Proben gemacht. b) Durchs Giessen mit Eimern. Dieses geschieht durch lederne Eimer, ist aber bei grossen Feuersbrünsten nicht hinreichend. c) Durch das Werfen des Wassers in einem starken Strahl. Dieses geschieht durch die sogenanten Feuerspritzen. Wir haben hiervon viererlei zu bemerken. 1) Ihren Begriff und allgemeine Einrichtung. 2) Ihre Eintheilung. 3) Die Art, die Druckwerke in Bewegung zu setzen. 4) Ihren Gebrauch.

§. 32.

1. Begriff und allgemeine Einrichtung.

Eine Feuerspritze ist eine aus einem beweglichen Druckwerk bestehende Spritze, in

in welcher das Wasser durch eine bewegliche Röhre zur Löschung des Feuers sehr hoch gespritzt werden kann. Hierbei müssen wir a) den Begrif einer Spritze überhaupt aus einander setzen, und b) die nothwendigen und wesentlichen Theile einer Feuerspritze bestimmen.

a) Was den Begrif einer Spritze überhaupt anbetrift, so stelle man sich einen mit einem Embolo versehenen hohlen Cylinder vor, AB. Man setze, der Embolus, der wie bei einem Druckwerk maßiv ist, und die innere Höhlung des Cylinders völlig verschließt, befinde sich in D, der Raum DB sey mit Wasser angefüllt, und der Embolus werde von D bis B herunter getrieben. Wenn die Oeffnung des Cylinders BM wäre, und man sieht auf die Schwere des Wassers nicht, so müste das herausgetriebene Wasser in eben der Zeit, in welcher der Embolus den Raum DB durchläuft, durch den gleich grossen Raum BC getrieben werden. Gesetzt aber, die Oeffnung BM wäre verschlossen, und in EF ginge eine Röhre heraus, deren Durchmesser viermahl kleiner wäre, als der Durchmesser BM, so müßte, wenn EF=DB, der Inhalt dieser Röhre sechzehnmahl kleiner seyn, als der Inhalt von DB. Denn Cylinder verhalten sich bei gleichen Höhen, wie die Quadrate ihrer Durchmesser. Solte aber die Röhre EF gleichen Inhalt mit DB bekommen, so müste

Tab. XVII, Fig. 6.

müste sie sechzehnmahl länger seyn, als DB. Denn die Höhen gleicher Cylinder, von ungleichen Grundflächen, sind denen Grundflächen umgekehrt proportionirt. Wird nun der Embolus aus D in B herunter getrieben, so wird alle das Wasser, was sich in dem Cylinder DB befindet, in die Röhre EF getrieben. Die Massen der Cylinder sind daher gleich. Es durchläuft aber dieses Wasser einen sechzehnmahl grössern Raum, das heißt, weil die Bewegung in gleichen Zeiten geschieht, es bewegt sich sechzehnmahl geschwinder. Es muß daher aus der Oeffnung F herausspritzen, mit einer Gewalt, die so groß ist, als das Product der Geschwindigkeit 16 in die Masse des Wassers (Naturlehre §. 69.). Will man eine solche Spritze füllen; so wird das Ende der Röhre F ins Wasser gehalten, und der Embolus in die Höhe gezogen, so wird das Wasser durch den Druck der Luft hinein getrieben. Diese Spritzen heissen Handspritzen, und können, wenn sie groß genug sind, bei Feuersbrünsten in den Zimmern mit Vortheil gebraucht werden. Ausser diesen hat man noch Spritzen, die eine Art von sehr einfachem Druckwerk vorstellen, ohne Saugröhre und Ventile. In der Kolbenröhre AE befindet sich seitwärts in CD eine Oeffnung, durch welche das Wasser, welches allezeit von aussen höher stehen muß als diese Oeffnung, in die Röhre CE durch seine eigene Schwere

Tab. XVII. Fig. 7.

hinein-

hineindringt. Wird der Embolus schnell heruntergetrieben, so trit er vor die Oeffnung CD, und hindert das Wasser, daß es nicht zurück treten kan, es wird daher genöthigt durch die Gußröhre FG herauszuspritzen. Diese Art ist sehr unvollkommen, weil beim Heruntertreiben des Kolbens allezeit ein Theil des Wassers durch die Oeffnung CD zurückfließt. Beide Arten von Spritzen sind zu Löschung des Feuers nicht hinreichend, daher man dazu Spritzen mit einem vollständigen Druckwerk gebraucht, deren allgemeine Theile wir nun betrachten müssen.

b) Nothwendige Theile einer Feuerspritze. Zu einer Feuerspritze wird erfordert aa) ein Kessel, der zu bewegen ist, bb) ein bequem angebrachtes Druckwerk, cc) eine in allen Lagen bewegliche Gußröhre.

§. 33.

aa) Kessel und Beweglichkeit desselben.

Wir betrachten hier aa) den Kessel. Tab. XVII. Fig. 8. Dieser ist viereckt abcd, und wird hier im Grundriß vorgestellt. Er wird durch 2 Scheidewände ef und gh in drei Theile getheilt, in deren mittelstem efhg sich die 2 Stiefel des Druckwerks mm samt der Steigeröhre n befinden. Das Wasser wird in die zwei Abtheilungen acfe und bghd gegossen, und die beiden Scheidewände ef und gh sind mit kleinen Löchern versehen, welche das Wasser

ser zwar durchlassen, aber Sand und Unrath zurück halten. Dieses ist zur Erhaltung der Maschine nöthig, weil sich sonst der Sand leicht in die Ventile setzt und sie verdirbt. β) Die Beweglichkeit wird auf eine doppelte Art erhalten, entweder indem man den Kessel auf ein Wagengestelle mit 4 Rädern setzt; oder indem man ihn auf eine Schleife stellt. Das erste ist bei uns am gebräuchlichsten, das letzte in Holland.

§. 34.

bb) Das Druckwerk. cc) Die Gußröhre.

bb) Das Druckwerk bei den Feuerspritzen, ist von denen oben §. 25 beschriebenen gar nicht verschieden. Es besteht aus ein oder zwei Stiefeln mit ihren Kolben und Kolbenstangen, aus den Saugröhren, Kropfröhren und einer Steigeröhre. Die nähere Bestimmung dieser Theile wird hernach bei der Eintheilung der Feuerspritzen angegeben werden. cc) Die bewegliche Gußröhre. Hier ist wieder ein doppelter Fall, α) entweder die Gußröhre ist an der Steigeröhre fest, oder β) an der Steigeröhre ist ein lederner Schlauch befindlich, an dessen Ende die Gußröhre fest ist. Ist α) die Gußröhre an der Steigeröhre fest, so bekomt sie eine ganz besondere Einrichtung. Sie besteht alsdenn aus drei Theilen, aus dem untern Stück FG, woran sich der Korb ACBD befindet, aus

der

der Knieröhre UHIK und aus dem Aufsatz SM, woran auch ein Korb NOPQ befindlich ist. Tab. XVII. Fig. 9. Um den Mechanismum dieser Bewegung deutlich zu machen, müssen wir die Verschiedenheit der Bewegung dieser Röhre bestimmen, und zeigen, wie diese Verschiedenheit erhalten werde. Die Gußröhre muß 1) gegen alle Gegenden können gedrehet werden. Dazu wird zweierlei erfordert. Erstlich muß die Knieröhre UHIK sich über dem untern Theil leicht drehen lassen. Zweitens auf derselben so befestigt seyn, daß sie durch die Gewalt des Wassers nicht von ihr losgerissen werde. Zu dem Ende ist der obere Theil der Steigeröhre, welche den untersten der Gußröhre ausmacht, in FH etwas dicker als in HG, und bildet unten in H, wie die Zeichnung ausweiset, einen Rand. Um diesen Theil FH gehet der Korb ABDC, der in α perspectivisch abgebildet ist. Dieses ist ein umgekehrter hohler abgekürzter Kegel von Meßing, der in ACDB im Durchschnitt vorgestellt ist. Er ist oben in AB weiter als unten in DC, und die untere runde Oeffnung desselben schließt genau an den untern Theil der Röhre GH, so daß er sich frei um dieselbe herum bewegen läßt. Oben in EE sind zwei Arme an demselben fest, damit er durch deren Hülfe leichter gedrehet werden könne. Läßt sich nun die Knieröhre mit diesem Korbe genau verbinden; so muß auch diese mit ihm

her-

herum gedrehet werden können. Diese Verbindung wird folgendergestalt erhalten. Der untere Theil der Knieröhre KH ist inwendig glatt, und just so weit, daß der obere Theil FH der untern Röhre ohne Mühe hereingesteckt werden kan. Von aussen ist dieser Theil KH mit Schraubengängen versehen, die innere Höhlung des Korbes aber hat hohle Schraubengänge, in welche sich die Schraube KH einschrauben läßt. Schraubt man also die Knieröhre in die Höhlung des Korbes ein, so läßt sie sich samt dem Korbe durch die Handhabe EE bequem nach allen Gegenden drehen. 2) Muß die Gußröhre den Strahl hoch und niedrig richten. Dazu wird wieder zweierlei erfordert, die Verschiedenheit der Richtung des Strahls, und die Befestigung mit der Knieröhre. α) Die Verschiedenheit der Richtung der Höhe nach, wird auf folgende Art erhalten. Der obere Theil der Gußröhre STZ ist gekrümmet, so daß in der Lage STZ der Strahl die Richtung SY bekommt. Wird aber die Röhre herumgedrehet und komt in die Lage RTZ, so erhält der Strahl die Richtung RW. Und da die Oeffnung der Röhre S beim Umdrehen den halben Kreis SR beschreibt, so erhält der Strahl alle mögliche Richtung der Höhe nach. β) Die Befestigung geschieht, wie vorhin gezeigt worden, durch einen meßingenen an dem obern Theil der Gußröhre befind-

lichen

lichen Korb NOPQ, der aber kleiner ist als der oben beschriebene, und daher auch zum Drehen keine Handhaben hat, weil er leicht mit der blossen Hand gedrehet werden kan. Das Ende ab der Gußröhre ist etwas länger als der Korb NOPQ. Dieses Stück ab paßt sich genau in den obern Theil UH der Knieröhre. Wenn dieses hinein geschoben wird, so greifen die Schraubengänge in MH in die hohlen Schraubengänge des Korbes, und so verbinden sich beide Theile sehr fest.

β) Ist ein Schlauch vorhanden, so wird dieser durch eine hohle messingene Schraube an die Steigeröhre angeschraubt. Am Ende des Schlauchs ist eine messingene Schraubenmutter fest, in welche forne eine mit einem Hahn versehene messingene Röhre eingeschraubt wird. Das Wasser spritzt heraus, so bald der Hahn geöffnet wird, und man kan ihr alle mögliche Richtungen geben. Man kan dadurch den Wasserstrahl bis in die Zimmer des Hauses bringen.

§. 35.

2. Eintheilung der Feuerspritzen.

Alle Feuerspritzen können in Absicht auf das Druckwerk, in zwei Klassen getheilt werden; a) entweder sie haben blosse Stiefel, oder b) ausser den Stiefeln noch einen Windkessel, in welchem die Luft zusammen gedrückt wird, und durch ihre Schnellkraft die Gewalt des Strahls vermehrt.

§. 36.

α) Feuerspritzen mit blossen Stiefeln.

Diese haben αα) entweder nur einen Stiefel, und taugen nicht viel, weil sie das Wasser nur ruckweis spritzen, ββ) oder sie sind mit zwei Stiefeln versehen. Bei diesen werden die Kolbenstangen entweder durch Hebel gehoben, oder sie werden durch schieben bewegt. Und hier ist entweder ein in der Mitte an einer Welle beweglicher Hebel, wie Tab. XVIII. Fig. 4. oder zwei am Ende beTab. XVIII wegliche Hebel. Die erste Figur Tab. XVIII.
Fig. 1. stellt eine völlige zweistieflichte Feuerspritze vor, deren Kolbenstangen durch Hebel bewegt werden. mnop ist der Kessel, der auf einem Wagengestelle mit vier Rädern steht. Er ist durch zwei Scheidewände, wie oben gezeigt worden, in drei Theile getheilt, in deren mittelsten die beiden Stiefel a und b auf einem Querholz q stehen, welches die Bank heißt. An den Stiefeln ist eine gabelförmige Kropfröhre, an welcher sich die Steigeröhre cd nebst der beweglichen Gußröhre de befindet. Die Steigeröhre wird durch den eisernen Ring u gehalten, der an der eisernen gabelförmigen Stange tsur befindlich ist. Die Kolbenstangen sind an den Hebeln ih befestigt, die in h an einer beweglichen Welle fest sitzen, und in i wechselsweise gehoben werden. Diese Hebel bewegen sich zwischen zwei doppelten eisernen oben geschlossenen Stangen fk,

welche

welche verhindern, daß die Hebel nicht zu hoch gehoben werden können.

Werden die Kolbenstangen durch schieben bewegt, so ist die Einrichtung des Kessels, der Stiefel u. s. w. dieselbe, nur sind an der viereckten Welle d d, zwei Arme in e und f, woran die Kolbenstangen sich befinden. Um diese Welle geht auf beiden Seiten in d ein starkes viereckes Eisen, woran der eiserne Arm d c befindlich ist. An diesem befindet sich die lange Schiebestange a b, welche mit Knöpfen versehen ist, an welchen die Personen, welche die Spritze regieren, anfassen, und sie wechselsweise hin und her schieben. Man sieht leicht, daß sich dadurch die Welle d d hin und her bewegen müsse, wodurch die Kolbenstangen wechselsweise auf und nieder steigen. Dergleichen Spritzen stehen gemeiniglich auf Schleifen, und sind in Holland, auch in Hamburg gebräuchlich. Tab. XVIII. Fig. 2.

§. 37.

β) Feuerspritzen mit einem Windkessel.

Diese haben entweder einen oder zwei Stiefel, beide spritzen das Wasser in einem fortdaurenden Strahl.

αα) Haben sie nur einen Stiefel, so ist ihre Einrichtung folgende: Es ist a b c eine metallene starke Kugel (Windkugel oder Windkessel), in welcher die eingeschraubte und wohl verlederte Röhre i g fast bis an den Tab. XVIII. Fig. 3.

Boden reicht. In ik ist die bewegliche Gußröhre. In dem Wasserkessel der Sprütze befindet sich der meßingene Stiefel ed, nebst dem untern Ventil in d. Aus diesem geht die gekrümmte Röhre lc, worin sich das Ventil l befindet, in die Windkugel. Durch das Niederstossen des Kolbens f wird das Wasser in die Gußröhre so wohl als in die Kugel getrieben, und daher die in h befindliche Luft zusammengedrückt. Beim in die Höhe ziehen des Kolbens, dehnt sich diese Luft wieder aus, druckt auf das in der Kugel befindliche Wasser, und treibt es durch die Gußröhre heraus. Daher fährt der Strahl fort, auch beim in die Höhe ziehen des Kolbens, zu springen. Weit vortreflicher sind aber

Tab. XVIII. Fig. 4.

ββ) die Feuerspritzen mit zwei Stiefeln und einem Windkessel, dergleichen Fig. 4. im Durchschnitt vorgestellt wird. Man bediente sich dererselben sonst in Holland, daher sie auch holländische Spritzen heissen. Hier ist abcd der metallene cylindrische Windkessel, auf welchem der starke metallene Deckel ab aufgeschraubt und wohl verledert wird. In ef sind zwei Stiefel, aus welchen das Wasser durch die mit Ventilen versehene Seitenröhren gh in den Windkessel getrieben wird. Dadurch wird die Luft in i zusammengedrückt, und vermehret durch ihre Ausdehnung die Gewalt des springenden Strahls. In k ist eine runde Oeffnung, woran entweder die Steigeröhre,

röhre, oder eine kurze meßingene mit einem langen ledernen Schlauch versehene Röhre angeschraubt wird, durch welchen Schlauch das Wasser vermittelst einer angeschraubten Gußröhre springt.

§. 38.

b) Das Wasser wird blos gehoben.

Das Wasser wird aus der Tiefe aa) entweder in geringer Quantität gehoben, α) durch Saugwerke, in einer Röhre, dieses heissen **Wasserplumpen**, oder β) durch eine blosse mechanische Gewalt in Eimern, in denen **Ziehbrunnen.** Oder es wird bb) in grosser Menge gehoben, dieses geschieht durch **Wasserkünste.**

§. 39.

aa) In geringer Quantität.

α) Wasserplumpen. β) Ziehbrunnen.

α) Da die Wasserplumpen blosse Saugwerke sind, wie wir sie oben §. 20. beschrieben, so haben wir dabei nichts weiter zu erinnern.

β) Bei denen Ziehbrunnen aber bemerken wir αα) ihre **Einrichtung.** Sie sind mehrentheils rund aus der Tiefe herauf gemauert, und mit einer gemauerten Brustlehne versehen, damit keiner leicht hereinfallen und verunglücken kan. Ueber denenselben ist ein Gestelle, woran die Maschine sich befindet, durch welche die Eimer gehoben werden. ββ) Die

Hebung wird erhalten, 1) wenn dergleichen Brunnen nicht sehr tief sind, durch einen Schwengel, oder Hebel, an dessen kurzem Arm der Eimer hängt, welcher in die Höhe steigt, so bald man den langen Arm nieder zieht. 2) Bei tiefern Brunnen, durch ein über eine Rolle gehendes Seil oder Kette, welche aber mit dem einen Ende an der Mauer des Brunnens fest seyn muß. 3) Durch ein Tretrad. Dieses geschiehet nur bei sehr grossen und tiefen Brunnen, wo zwei grosse Eimer oder Kübel sich zugleich dergestalt bewegen, daß, wenn der eine herauf geht, der andere zu gleicher Zeit herunter steigt. Zu dem Ende ist an der Welle BC des Tretrades A das eine Seil von D nach E, das andere von F nach G rückwärts gewunden, davon das eine sich daher aufwickelt, wenn sich das andere abwickelt. 4) Bei eben dergleichen grossen Brunnen bedient man sich auch oft folgender Maschine. An der Welle des Trillings D sind in E und F zwei Kurbeln, die durch Menschen gedrehet werden. Dieser Trilling greift in das Stirnrad C, an dessen Welle AB die Ketten oder Stricke sind, an welchen sich beide Eimer bewegen. Diese Art Maschinen war hier in Halle sonst beim Teutschen Brunnen zur Ausschöpfung der Sole angelegt, statt deren aber hernach eine Pumpschelkunst, die durch einen Pferde-Göpel getrieben wird, angelegt worden. Die Maschine

Tab. XVIII, Fig. 5.

Tab. XVIII, Fig. 6.

schine mit dem Tretrad n. 3 ist noch hier beim Gutjahrbrunnen gebräuchlich.

§. 40.

bb) In grösserer Quantität. Wasserkunst.

Wir müssen hier bemerken α) den Begriff einer Wasserkunst, β) ihre Eintheilung, γ) ihre Einrichtung. Wir werden alsdenn δ) ein Beispiel einer wohlangelegten Wasserkunst anführen, und endlich ε) ihren Nutzen zeigen.

§. 41.

α) Begriff und β) Eintheilung.

α) Begriff. Zu einer Wasserkunst wird erfordert, daß das Wasser in grosser Menge bequem gehoben werde. β) Eintheilung. Die Wasserkünste können in zwei Klassen getheilt werden, 1) in solche, die das Wasser bloß aus der Tiefe herausschaffen, 2) in solche, die es nicht nur heben, sondern auch in ein besonderes Behältnis sammeln, um es hernach in einer ganzen Stadt bequem zu vertheilen. Zur ersten Klasse gehören die Wasserkünste auf den Bergwerken. Zur zweiten aber, die in den Städten zur Vertheilung des Wassers angelegten Wasserkünste.

§ 42.

γ) Einrichtung.

Zu einer wohleingerichteten Wasserkunst gehört 1) ein gehöriges Gebäude, das mas-

sie einige Etagen hoch gemauert seyn muß 2) Gewisse einfache Maschinen, wodurch das Wasser gehoben wird. 3) Ein Reservoir, oder Behältnis, worin das Wasser gesammelt wird, und 4) Röhren, durch welche das Wasser aus dem Behältnis an alle Orte einer Stadt von verschiedener Höhe geleitet werden kan.

1) Das Gebäude kan ein runder Thurm seyn, wie hier in Halle in unserer schönen Wasserkunst. Er kan auch besonders dazu eingerichtet mit einer Uhr und andern Zeirrathen zum Nutzen und mehreren Ansehen versehen seyn, wie das Gebäude auf der neuen Brücke zu Paris, welches Belidor l. c. weitläuftig beschreibet.

2) Bei den einfachen Maschinen, merken wir αα) die Maschinen selbst. Dieses können seyn ββ) Püschelwerke. Diese werden nur bei solchen Wasserkünsten gebraucht, wo einmahl die Menge des zu hebenden Wassers nicht gar zu groß ist, weil die Röhren bei Püschelwerken nicht sehr weit seyn können. Zweitens, wo die Künste nicht beständig im Gang seyn dürfen. Sie taugen also nicht dazu, ganze Städte mit Wasser zu versorgen. γγ) Schöpfräder. Diese können zwar viel Wasser schaffen, sie heben es aber nicht hoch. Eine Stadt, die sehr niedrig liegt, kan also eine Kunst mit Schöpfrädern heben. ~~liegen~~ aber verschiedene Gegenden

genden der Stadt sehr hoch, wie hier in Halle, so kan man keine Schöpfräder anbringen. 3) Saugwerke. Einfache Saugwerke heben das Wasser nie höher als 32 Fuß. Soll daher das Wasser durch Saugwerke in einer Kunst höher gehoben werden, so müssen mehrere Plumpen über einander gestellt, und dadurch das Wasser nach und nach gehoben werden. Dieses geschiehet auch wirklich in den Künsten, wodurch das Wasser auf Bergwerken aus den Gruben herausgeschafft wird. Zu Wasserkünsten in Städten, nimmt man Saugwerke deswegen nicht gerne, weil beständig etwas daran zu repariren ist. Weil die Kolben nicht maßiv, sondern durchbohrt und mit Leder bedeckt sind, so halten sie die Gewalt nicht lange aus, und werden bald wandelbar. Man legt daher mit mehrerem Vortheil Druckwerke an, die zwar im Anfang mehr kosten, aber weniger Reparatur erfordern, und ihrer Dauerhaftigkeit wegen leichter zu erhalten sind. Man hat daher auch bei unserer schönen Kunst hier in Halle die Saugwerke abgeschafft. 7) Druckwerke. Diese schicken sich zu allen Arten von Wasserkünsten am besten, nur nicht auf Bergwerken.

ββ) Die Art, sie in Bewegung zu setzen. Dieses geschieht theils durch Thiere, theils durch Wasserräder. Kleine Wasserkünste können durch Thiere in Bewegung

gesetzt werden, zu grössern aber werden Wasserräder erfordert. Werden sie durch Thiere bewegt, so bedient man sich dazu theils א) der Pferde in den Roßkünsten, wie auf Bergwerken, z. E. in Wettin, wo die Schachte nicht sehr tief sind, theils ב) der Ochsen, die auf ein schiefgestelltes Tretrad auftreten, und dadurch die Kunst in Bewegung setzen. Die Bewegungsart ist mit der, die wir oben bei den Thiermühlen angegeben haben (Mühlenbaukunst §. 21. 22.) einerlei.

3) Das Behältnis, worin sich das Wasser sammelt, wird in der obersten Etage angelegt, und in dem obern Theil mit einer Röhre zum zurückfliessen versehen, welche mit einem Hahn verschlossen werden kan, damit im Fall der Noth das Wasser in den Fluß zurückgeleitet werden könne. Aus diesem Wasserbehältnis, welches so hoch liegen muß, als jede Gegend, wohin das Wasser geleitet werden soll, gehen

4) Die Röhren, durch welche das Wasser in die Stadt geleitet werden soll, herunter. Diese sind als tubi communicantes in der Hydrostatik anzusehen, und das Wasser steigt in ihnen genau so hoch, als es gefallen war. Sie müssen 1) mit Hähnen an der Kunst verschlossen werden können, damit, wenn Röhren repariret werden sollen, oder die Röhrtröge nicht laufen sollen, das Wasser zurückgehalten werden könne. 2) Müssen

am Ende, wo das Wasser herausfließt, entweder Springbrunnen, welche einer Stadt zugleich zur Zierde dienen, oder wenigstens Röhrtröge angelegt werden. Dieses sind hölzerne oder steinerne Tröge, in welche sich das Wasser aus einer davor stehenden perpendikulairen Steigeröhre, durch eine kleine Ausgußröhre ergießt. 3) Was bei den Röhren, wodurch das Wasser unter der Erde fortgeleitet wird, zu bemerken ist, wird unten bei der Theorie der Röhrenleitungen gezeigt werden.

§. 43.

8) Beispiel einer Wasserkunst.

Unter den verschiedenen Arten, wie Wasserkünste angelegt werden können, wollen wir eine wählen, nach welcher man leicht eine jede andere Wasserkunst beurtheilen, und mit gehörigen Veränderungen anlegen kan. Das Gebäude MNOP wird hier im Durchschnitt vorgestellt. An der Welle des unterschlächtigen Wasserrades A befindet sich ein Stirnrad B, dieses greift in das Getriebe C, an dessen Welle sich in D eine Kurbel befindet. FG ist eine grosse in Zapfen liegende Welle, an deren Arm E die Zugstange DE befestigt ist, welche durch die Kurbel auf und nieder bewegt wird, und daher auch die Welle hin und her drehet. An eben dieser Welle befinden sich ferner die 4 Arme in aabb, die bei Tab. XIX. Fig. I.

Umdrehung derselben wechselsweise herauf und herunter gehen. An dieser sind die Kolbenstangen aH bH befestigt, welche in den vier Stiefeln H H H H die Kolben wechselsweis heben. Aus zwei gegen einander über stehenden Stiefeln geht eine gabelförmige Kropfröhre in I heraus, die sich in eine gemeinschaftliche Steigeröhre IK endigen. Beide Steigeröhren vereinigen sich hernach in K in eine gemeinschaftliche Haupt-Steigeröhre KL, welche unter der Decke der zweiten Etage in LQ horizontal fortgeführt wird, und an der Mauer des Gebäudes in QR durch alle Stockwerke durch bis in das Behältnis S fortgeführt wird. Man führt die Hauptsteigeröhre deswegen nicht gerade herauf, damit man in dem Gebäude Platz zu Zimmern bekomme, die entweder zur Wohnung des Röhrmeisters, oder sonst zur Lust und Bequemlichkeit angelegt werden. In M ist die Abflußröhre. Und in TT ist eine von denen Röhren vorgestellt, wodurch das Wasser aus dem Reservoir in die Stadt an alle Orte geleitet wird. Diese Röhren werden unter der Erde horizontal in TV fortgeführt, steigen hernach nach denen höher liegenden Gegenden in VZ in die Höhe, und endigen sich in die Steigeröhre ZW, aus welcher das Wasser durch eine kurze Seitenröhre sich in den davor stehenden Trog X ergießt.

§. 44.

§. 44.

c) Nutzen der Wasserkünste.

Die Wasserkünste haben einen dreifachen Nutzen. Entweder sie schaffen das überflüssige Wasser aus der Tiefe, wie bei Bergwerken. Oder sie treiben durch die vereinigte Gewalt der Druckwerke Fontainen und Jet d'eaux Oder sie heben das Wasser, und leiten es zum Gebrauch in einer Stadt.

§. 45.

c) Das Wasser fließt durch ein geringes Gefälle fort. Wasserleitungen.

Einleitung.

Da man nicht allezeit Wasser an denen Orten hat, wo man es braucht, so wird man oft genöthigt, dasselbe von fernen Orten herzuleiten. Es ist dieses oft bei Städten, die weit von Flüssen liegen, ingleichen bei Bergwerken höchst nöthig. Von diesen Wasserleitungen müssen wir 1) den Begriff festsetzen, 2) ihre Eintheilung angeben, und 3) zeigen, wie sie mit Vortheil einzurichten sind.

§. 46.

1) Begriff. 2) Eintheilung.

1) Wenn das Wasser von einem Ort zum andern durch seine eigene Schwere fortfliessen soll; so muß es einiges Gefälle haben, und damit es sich nicht seitwärts verbreite, in Kanäle eingefaßt seyn. Sind diese

Kanäle

Canäle schmal, so heissen sie **Wasserleitungen.** Dieses sind also schmale Kanäle, durch welche das Wasser mit einem geringen Gefälle von einem Ort zum andern geleitet wird. 2) Sie werden in zwei Hauptklassen getheilt. Der Kanal, wodurch das Wasser fließt, liegt entweder über der Erde, und denn heißt es eigentlich eine **Wasserleitung** (aquae ductus). Oder er liegt unter der Erde, dieses heißt eine **Röhrenleitung.**

§. 47.

3) Einrichtung. Wasserleitung.

Zu einer Wasserleitung wird a) ein Gebäude oder Gestelle erfordert, b) ein Kanal. Bei sehr grossen Wasserleitungen, die ganze Städte mit Wasser versorgen sollen, wird das Gebäude aus hohen von Quadersteinen gemauerten Schwibbogen zusammengesetzt, die oft, wenn der Ort, wo das Wasser hergeleitet wird, sehr hoch liegt, zwei oder drei Stockwerke hoch über einander stehen. Die obere Etage wird schmäler gemacht als die untere, um zugleich einen bequemen Weg für Fußgänger, auch wol für Wagen zu erhalten. Auf dem obern und schmalesten Stockwerk befindet sich der mit steinernen Platten ausgelegte **Kanal**, der mit einem geringen Gefälle auf 200 Ruthen etwan 1 Zoll angelegt wird. Die Grösse des Kanals richtet sich nach der Menge des Wassers. Die Römer

haben

haben viele dergleichen sehr prächtig gemauerte Wasserleitungen angelegt, und unter Ludewig XIV. sind zwei dergleichen zu Maintenon und in der Ebene de Buë angelegt worden, wodurch das Wasser nach Marly und Versailles geleitet wird, wovon man die Zeichnungen in Belidors Arch. hydr. Lib. 4. cap. 4. nachsehen kan. Ist die Menge des Wassers nicht sehr groß, so werden die Wasserleitungen entweder von Holz gemacht, oder von Erde. Die hölzernen findet man zuweilen bei Bergwerken. Die hölzernen oben offenen Röhren ruhen alsdenn auf hölzernen Böcken, die höchstens 24 Fuß hoch sind. Wird die Wasserleitung von Erde gemacht, so wird erst ein unten breiter und oben schmaler Damm von Erde aufgeführt. Auf dessen Rücken wird der Kanal mit dem gehörigen Gefälle gegraben, der entweder mit Rasen ausgelegt, oder mit Letten beschlagen, und mit platten Steinen ausgefüttert wird. Man bedient sich dieser von Erde gemachten Wasserleitungen mehrentheils das Wasser von einem Berge quer durch ein Thal ohne grosse Kosten zu leiten. Geht ein solcher Damm durch ein Thal, so muß man in der grösten Tiefe des Thals, eine oder ein paar Oeffnungen von gehöriger Weite und Höhe machen, die mit Thüren verschlossen werden können, damit das Wasser, welches sich vom Regen oder Schnee im Thale sammelt, bequem durchgelassen werden könne.

Weil man sonst Gefahr läuft, daß sich das Wasser selbst einen Weg bahnt, und den Damm beschädigt.

§. 48.

Röhrenleitung.

Wird das Wasser unter der Erde durch Röhren von einem Ort zum andern geleitet, so heißt dieses eine Röhrenleitung. Von diesen Röhren merken wir 1) ihr Gefälle, 2) die Materie, woraus sie gemacht werden, und 3) ihre Einrichtung. 1) Das Gefälle pflegt auf 100 Fuß 4 bis 6 Zoll auszumachen. 2) Die Materie ist entweder Holz, oder Blei, oder Eisen, oder Thon. Was a) die hölzernen Röhren betrift, so pflegt man dazu Eichen, Tannen, Kiefern und Erlenholz zu nehmen. Die geringste Oeffnung derselben ist 3 Zoll, und die Holzdicke muß zum wenigsten eben so stark seyn. Die Länge eines Rohrstücks ist gemeiniglich 9 bis 12 Fuß. Die eichenen sind am dauerhaftesten; sie sind aber am schwersten zu bohren, kosten viel, und verursachen im Anfang dem Wasser einen eckeln Geschmack. Die Röhren von Tannenholz sind die gebräuchlichsten, sie sind leicht zu bohren, der üble Geschmack des Wassers verliehrt sich bald, und sie halten sich unter der Erde ziemlich lange. Die kiefernen sind noch dauerhafter, und kommen darin beinahe den eichenen gleich. Das Was-

ser

ser bekommt aber davon einen harzigen Geschmack. b) Die bleiernen sind ungemein dauerhaft, geben aber dem Wasser einen üblen Geschmack und schädliche Eigenschaft; daher man sie nur zu Fontainen, und nicht zu solchen Röhrenleitungen brauchen muß, von deren Wasser Menschen oder Thiere trinken. Die bleiernen Röhren werden entweder gegossen, und diese können sehr lang in einem Stück seyn. Oder sie werden aus Bleiplatten um einen Stock geschlagen, und hernach gelöthet; diese pflegen kürzer zu seyn. c) Von denen eisernen Röhren bekommt das Wasser einen martialischen Geschmack, aber nicht so schädliche Eigenschaften als vom Blei. Sie werden zu grossen Röhrenleitungen gegossen. Bei kleinen aber kan man sich auch des Eisenblechs bedienen. Oft macht man auch d) Röhren von Thon. Diese müssen inwendig und auswendig glasurt seyn, sehr tief unter der Erde liegen, daß ihnen der Frost nicht schade, alle 80 bis 100 Fuß eine Oeffnung zur Reinigung haben, und aus $2\frac{1}{2}$ Fuß langen Stücken bestehen. Das Wasser, das durch dergleichen Röhren fließt, ist das gesundeste, und die Röhren selbst sind ungemein dauerhaft.

3) Die Einrichtung derer Röhren. Hier bemerken wir ihre Lage und ihre Verbindung. Was a) die Lage betrifft, so haben wir hier theils auf die Tiefe, theils

auf die Richtung zu sehen. aa) Bei der Tiefe merken wir: 1) alle Röhren müssen so tief liegen, daß ihnen der Frost nichts schade, weil töpferne, hölzerne, ja selbst eiserne Röhren sonst leicht springen. 2) Wird das Wasser aus einem Fluß oder Teich geleitet; so müssen die Röhren so tief liegen, daß auch beim niedrigsten Stande des Wassers, dasselbe bequem in sie eintreten könne. Und weil bei solcher niedrigen Lage, der Sand und Schlam leicht eindringen kan, so muß 3) die unter dem Wasser stehende Oeffnung der Röhre mit einem durchlöcherten Blech versehen seyn, welches das Wasser durchläßt und den Schlam zurück hält. bb) Bei der Richtung merken wir folgende Regeln: 1) es muß die Oeffnung des Ausflusses allezeit tiefer liegen als der Einfluß. 2) Wo möglich, muß die Richtung horizontal bleiben, mit wenigem Gefälle, auf 100 Fuß etwa 4 bis 6 Zoll. 3) Weil dieses bei felsigtem Grunde nicht allezeit angeht, so müssen da, wo die Röhren unter der Erde steigen, allezeit stärkere Röhren angelegt, und wenn das Steigen lange dauert, müssen die Röhren mit eisernen Ringen versehen werden. Dieses Steigen muß nie so viel oder gar mehr betragen, als die Höhe des Einflusses ist. 4) Einige legen da, wo die Röhrenleitung steigt, Heber an. Dieses ist kostbar, erfordert viel Reparatur, und ist

nicht

nicht dauerhaft, kan auch in den meisten Fällen vermieden werden.

b) Bei der Verbindung haben wir aa) auf die hölzernen Röhren zu sehen. Die Verbindung der hölzernen Röhren wird auf eine dreifache Art erhalten. 1) Die gemeinste und leichteste Art ist, daß jede Röhre am Ende etwas zugespitzt, und mit dem spitzen Ende in die Oeffnung der andern gesteckt wird. Die Fugen werden mit Werch umwunden, und mit Pech übergossen. Dieses wird am wohlfeilsten erhalten, es ist aber nicht allezeit dauerhaft. 2) Zwischen zwei hölzernen Röhren wird eine 7 Zoll lange eiserne Röhre eingeschoben, die sich genau in die innere Höhlung beider hölzernen Röhrstücken paßt. Und denn werden beide hölzerne Röhren dicht an einander getrieben. Diese Verbindung ist kostbarer, aber auch sehr dauerhaft. 3) Endlich ist die dritte Verbindungsart die kostbarste, aber auch die dauerhafteste. Zwischen zwei hölzernen Röhren wird eine eiserne Büchse angebracht, die in der Mitte 2 Zoll dicker ist, als die hölzernen Röhren. Gegen beide Enden wird diese Büchse schmaler, und beide Enden sind im Lichten just so weit als die hölzernen Röhren. In diese beide Enden werden die hölzernen Röhren mit Gewalt hinein getrieben. Diese Verbindung hat viele Vortheile.

Die hölzernen Röhren erhalten dadurch eine ungemeine Stärke, und bei vorfallender Verstopfung der Röhre kan man durch Abnehmung dieser Büchsen die Röhre leichter ausräumen. bb) Die eisernen Röhren werden an ihren Enden mit Flügeln versehen, durch welche Schrauben gehen, wodurch beide Enden fest an einander geschraubt werden können. cc) Die thönernen. Die einzelnen kurzen Röhrstücken werden an dem obern Ende weiter, an dem untern enger gemacht. Das enge Ende wird mit Werch umwickelt, und in das weitere gesteckt, und die Fuge mit Pech übergossen. Wird das Wasser durch solche Röhren sehr hoch von einem Berge herunter geleitet, so daß die Gewalt des Wassers sehr groß ist; so werden um das obere Ende eiserne Ringe mit angegossenen Oehren gelegt, und durch zwei solche Oehren werden eiserne Bolzen gesteckt. Diese Röhrenleitungen halten eine unglaubliche Gewalt aus, und sind nicht sehr kostbar.

2. Das Wasser wird zur Lust gebraucht.

§. 49.

Einleitung.

Bei allen zur Lust angelegten Wasserwerken bewegt sich das Wasser, a) entweder blos durchs Fallen, dieses geschieht in den Cascaden;

caden; oder b) es steigt nothwendig durch ein oder mehrere Strahlen in die Höhe. Hier ist wieder ein doppelter Fall. Das Wasser steigt entweder aus einem mit der Erde gleich liegenden bassin gerade in die Höhe, dieses heißt ein Jet d'eaux. Oder das bassin liegt nicht nothwendig mit der Erde gleich, und die Richtung des springenden Strahls kan verschieden seyn. Denn heissen es Springbrunnen oder Fontainen.

§. 50.

a) Cascaden.

Von diesen merken wir aa) den Begriff. Es sind breite, mit kurzen Absätzen versehene Flächen, über welche das Wasser flach herunter stürzt. bb) Die Einrichtung. Zu einer Cascade wird 1) erfordert ein hoch liegendes Wasserbehältnis. 2) Vor dem bassin ist ein Gerinne von ausgehohltem Marmor oder andern Steinen, in welches das Wasser des Bassins durch drei oder vier masquirte Röhren, mehrentheils aufgesperrte Thierrachen fällt. 3) Aus diesem Gerinne fällt das Wasser über eine mit platten Steinen belegte schiefe Fläche auf steinerne stufenförmige Absätze, die nach der Breite ausgehöhlt und vorne mit einem erhöheten Rande versehen sind, an welchen das Wasser anschlägt, und über denselben

ben herunter stürzt. 4) Auf beiden Seiten geht von oben herunter eine niedrige Seitenmauer, in Form eines Gelenders. 5) Unten befindet sich wieder ein Bassin, worin das Wasser sich sammelt. In welchem ein oder mehrere kleine Jet d'eaux angelegt werden, aus welchen das Wasser durch den Fall aus dem obern Bassin springt. 6) Ist die ganze Cascade sehr hoch, so werden ein oder mehrere Ruheplätze mit Bassins und kleinen Jet d'eaux angebracht.

Wenn die Höhe nicht groß ist, und man Wasser genug hat, so läßt man das Wasser ohne Absätze herunter fallen. Dieses heissen kleine Wasserfälle oder Napes d'eau.

Beide, sowol die Cascaden als Wasserfälle, müssen nie ganz frei liegen, sondern an einer Anhöhe oder Mauer angelehnt seyn.

§. 51.

b) Jet d'eau.

Zum Jet d'eaux wird erfordert 1) ein Bassin. Dieses muß eine der Stärke des Strahls proportionirliche Weite und Tiefe haben, auch unten mit einer gehörigen Abflußröhre versehen seyn, daß es nicht überlaufe. 2) Die Röhre, woraus der Strahl springt, wird von einigen cylindrisch, von andern konisch angegeben. Am besten macht man sie

zwar

zwar cylindrisch, aber bedeckt sie oben mit einer metallenen Platte, in welcher eine Oeffnung gemacht wird, deren Durchmesser der Dicke des Strahls gleich ist. Wenn der Strahl sehr dick und hoch ist, wie z. E. der zu Herrnhausen, so wird die Röhre zwar cylindrisch gemacht, in derselben befindet sich aber ein metallener umgekehrter Kegel, dessen Durchmesser ein paar Zoll kleiner ist, als der Durchmesser des Cylinders, dergestalt, daß zwischen dem Kegel und Cylinder rings umher eine Höhlung bleibt, aus welcher der Strahl springt, der, weil er inwendig hohl, und daher auch nicht so schwer ist, viel höher getrieben werden kan. 3) Die Gewalt, wodurch der Strahl gehoben wird, wird entweder durch den Fall erhalten, oder durch die vereinigten Kräfte einiger Druckwerke, deren Leitröhren sich an der Ausgußröhre vereinigen. Wie viel Wasser dergleichen Jet d'eaux nach Beschaffenheit der Höhe des Falls und der Weite derer Gußmündungen in einer Minute geben, zeigt folgende aus dem Belidor genommene Tabelle.

Höhe des Reservoirs.	Diameter derer Gußmündungen in Zollen.								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Anzahl der Wasserpinten.								
5	3 1/2	8	14	23	33	45	59	75	93
10	1/4	12	21	33	48	65	85	108	133
15	6 1/2	15	26	40	58	80	104	132	163
20	7 1/2	17	30	47	68	92	120	152	189
25	8 1/2	19	34	54	77	106	138	174	215
30	9 1/4	21	37	58	83	114	149	188	232
35	10	23	40	64	91	124	162	205	254
40	10 3/4	24	43	68	97	132	173	220	270
45	11 1/2	26	46	72	104	141	184	232	288
50	12	27	48	75	109	147	192	244	301
55	12 1/2	28	50	78	114	154	201	255	315
60	13 1/4	30	53	82	119	162	212	268	331
65	13 3/4	31	55	86	124	169	220	279	344
70	14 1/4	32	57	90	130	177	231	292	361
75	14 3/4	33	59	92	134	181	238	300	371
80	15 1/4	34	61	95	138	187	245	310	383
85	15 3/4	35	63	98	140	193	252	321	392
90	16 1/4	36	65	102	147	200	268	330	409
95	16 3/4	37	67	104	150	205	272	339	420
100	17 1/4	38	69	107	154	211	275	348	430

§. 52.

§. 52.
Fontainen.

Bei den Springbrunnen merken wir 1) ihre Eintheilung. Sie sind theils a) feste, theils b) bewegliche. 2) Die Einrichtung a) der festen, die durch Röhren die in der Erde liegen, ihr Wasser erhalten. Hierbei kommt aa) das bassin vor. Dieses kan von verschiedener Art seyn. Einige sind auf einem mit Statuen verzierten Gestelle erhaben. Einige haben mehrere über einander stehende bassins, wovon die untern immer grösser werden. bb) Der Strahl selbst bekommt verschiedene Richtungen. Daraus entstehen die Wassergarben, in welchen ein Hauptstrahl gerade in die Höhe geht. Durch seitwärts angelegte kleinere Röhren werden etagenweis niedrigere Strahlen angebracht. Die Wasserbogen, Wasserschwämme, Wassertresors u. d. In andere springen die Strahlen aus Statuen, z. E. dem Neptun mit seinem Dreizack und Pferden, Delphinen u. d. In Böcklers Architectura curiosa noua findet man eine grosse Menge von solchen Verzierungen und Verkleidung der Springbrunnen. Bei einigen werden noch besondere Aufsätze angebracht, wodurch man Wasserlaternen, Windmühlen u. d. gl. erhält. Zeichnungen von allen Arten solcher Wasserwerke findet man in Switzer Intr. to a general Syst. of hydrost. cap. 35. u. f.

cc) Die Gewalt wird wie bei Jet d'eaux theils durch den Fall, theils durch Druckwerke erhalten.

b) Die beweglichen Springbrunnen werden hauptsächlich durch 4 Kräfte getrieben. Wir wollen davon nur die Namen anführen. 1) Durch die Schwere des Wassers und dessen Fall. Dahin gehören die springenden Heber, und die Klepsydra. 2) Durch den Druck der Luft. Dahin gehört der Springbrunnen, den Wolf im Auszug der Hydraul. §. 26. beschreibt, und der auf verschiedene Art geändert werden kan. 3) Durch die Zusammendrückung der Luft. Dahin gehören die schwimmenden Springbrunnen, der Heronsbrunnen, und der, welchen Wolf l. c. § 27. beschreibt. 4) Durch die Wärme, und die dadurch verursachte Ausdehnung der Luft. Dahin gehört der Brunnen, der durch angezündete Lichter springt. S. Wolf §. 31. Der Brunnen, der zu springen anfängt, wenn man ihn auf ein Kohlfeuer setzt, wovon man verschiedene Arten hat. Und endlich der Brunnen, der mit angezündetem Spiritus springt. S. meine erste Gründe der Naturlehre p. 291. der dritten Ausgabe.

§. 53.

c) Hydraulische Curiositäten.

Hierher gehören 1) die musicalischen Instrumente, Orgelwerke, Claviere und Flöten, die

die durch Wasser getrieben werden. Wovon man viele Einfälle im Schott und Switzer nachsehen kan. 2) Der sogenante Kircherische Brunnen, den Schott beschreibt, und der auf verschiedene Art geändert werden kan, in welchem ein Storch das Wasser auszutrinken scheint, welches eine gegen ihm über stehende Schlange ausspeit. Es ist nichts als eine Zusammensetzung des Heronsbrunnens und des Hebers. 3) Der Zaubertrichter ist ein verkleideter Stechheber. 4) Die Zaubertonne, in welcher sich das Wasser in Wein zu verwandeln scheint, ist ein verkleideter Heronsbrunnen. 5) Der Vexierbecher (diabetes) ist ein in einem Becher angebrachter Heber. Wolf beschreibt ihn §. 24. 6) Der Zauberbrunnen (fons intermittens) (s. Wolf §. 25.) ist auch ein verkleideter Stechheber.

III. Von den Wassergebäuden.

§. 54.

Einleitung.

Alle Wassergebäude haben einen dreifachen Endzweck, 1) entweder wird dadurch das Einreissen des Wassers verhindert, oder 2) es wird durch dieselbe die Schifffahrt befördert, oder 3) der Uebergang über einen Fluß erleichtert und bequemer gemacht. Das erste erhält man a) durch Uferbefestigungen,

b) durch

b) durch Dämme und Deiche. Das zweite a) durch Anschwellung des Stroms, b) durch Vertiefung des Wassers, c) durch Rollbrücken, und d) durch Sielen und Schleusen. Das dritte erhält man a) durch Fähren, b) durch Schiffbrücken, c) durch feste Brücken.

1) Man verhindert das Einreissen des Wassers.

§. 55.

a) Uferbefestigungen überhaupt.

Hier müssen wir aa) zuerst den Schaden betrachten, den das Wasser in denen Strömen den Ufern verursacht, und alsdenn bb) zeigen, wie dieser Schaden durch gut anzulegende Uferbefestigungen zu verhüten sei.

§. 56.

aa) Beschädigung der Ufer.

Der Schaden, der an den Ufern zu entstehen pflegt, wird theils von dem sich selbst überlassenen Strom nothwendig von selbst verursacht, oder er entsteht zufällig, oder er wird künstlich hervorgebracht. α) Der Schaden, welchen der Strom selbst nothwendig verursacht, entsteht 1) von der Höhe der Ufer, wenn diese zumahl sehr steil sind. Das Wasser wäscht die untere Theile, auf die

es

es hauptsächlich würkt, aus. Daraus entstehen Höhlungen, und da die Last des obern Theils unten keinen Widerstand findet, so stürzt das Ufer ein. Oft wird auch in Strömen, die im Frühjahr einen starken Eisgang haben, das Ufer vom Eise so ausgeschliffen, daß es einstürzt. Durch dieses Einstürzen der Ufer, geht nicht nur ein grosser Theil des brauchbaren Landes verlohren, sondern der Strom wird durch das hineingefallene Erdreich verschlemmt, und zur Schifffahrt ungeschickt.

2) Von den Krümmungen und Hervorragungen der Ufer. Diese entstehen von der ungleichen Lage der Oberfläche der Erde. Der Strom sucht im Fortflieſſen beständig die niedrigen Gegenden, vermöge seiner Schwere. Da aber diese nicht allezeit in einer geraden Linie hinter einander liegen; so wird der Strom genöthigt, allerlei Krümmungen und Wendungen in seinem Fortgang zu machen. Um den Schaden, der durch die Krümmungen entsteht, gehörig zu verstehen, müssen wir erst bestimmen, was die **Strombahn** sei. Man stelle sich zu dem Ende vor, das Bette des Flusses sey ein hohles Parallelepipedum, und das Wasser hänge mit dem Ufer gar nicht zusammen: so wird die Geschwindigkeit des Stroms in allen Theilen desselben gleich seyn. Denn die Masse ist gleich, und es findet sich kein äusserer Widerstand. Allein das würkliche Strombette ist kein Paralle-

lelepipedum, sondern vielmehr ein halber hohler cylinderförmiger Raum, der in der Mitte am tiefsten ist, auf den Seiten aber eine Böschung hat. Ist der Strom in der Mitte am tiefsten, so befindet sich in der Mitte mehr Wasser, als auf den Seiten. Ist die Masse des Wassers in der Mitte grösser, so ist auch die Gewalt grösser. Da nun die Gewalt des fliessenden Wassers die Schwere ist, so würkt die Schwere hier stärker. Und da hier kein merklicher Widerstand ist, so wird auch die Geschwindigkeit grösser. An den Seiten sind die Ufer schrege, also ist die Masse des Wassers kleiner. Und an dem Ufer findet das Wasser einen doppelten Widerstand. Die erste Ursache des Widerstandes liegt im Zusammenhange des Wassers mit den Theilen des Ufers. Die zweite in den kleinen Hervorragungen und Ungleichheiten des Ufers, imgleichen im Schilf, das an den Ufern wächst. Daran stößt das Wasser beständig, und verliehrt dadurch einen Theil seiner Geschwindigkeit. Da also das Wasser sich in der Mitte des Stroms am geschwindesten bewegt, so bildet sich dadurch die Strombahn, die nach einer geraden Linie fortgeht. Es sei AB diese Strombahn, und der Fluß krümme sich in B, so würkt der Strom mit seiner ganzen Gewalt auf B, unter wäscht das Ufer und reißt es ein. Sind Hervorragungen oder Zungen am Ufer vorhanden, wie in C, so wird

Tab. XIX. Fig. 2.

zwar

zwar das hinter der Zunge liegende Ufer dadurch gedeckt, allein es stößt die Strombahn BC an die Zunge an, und wird in CD zurückgeschlagen. Daher wird das Ufer in D beschädigt. 3) Wird das Ufer beschädigt durch Stromengen. Diese entstehen aus zwei gegen einander über liegenden Hervorragungen oder Zungen. Dadurch entsteht folgender Schade. α) Zuerst wird die Bewegung des Wassers dadurch aufgehalten. Daher wirkt αα) das Wasser stärker auf die Ufer, unterwäscht sie, und reißt sie ein. ββ) Wenn der Strom groß und die Stromenge sehr enge ist, so schwillt der Strom disseit der Stromenge an, und überschwemmt die Ufer, wenn sie niedrig und nicht mit Dämmen verwahrt sind. Sind sie durch Dämme gedeckt; so bricht das Wasser die Dämme durch, oder beschädigt sie doch wenigstens. γγ) Wenn der Strom schnell ist, und durch die Stromenge aufgehalten wird, so entstehen Löcher und Höhlungen in dem Strombette, indem das Wasser unter sich wühlt. β) Die Bewegung des aufgehaltenen Wassers wird hinter der Stromenge beschleunigt. Dadurch entstehen Strudel, zum Schaden der Schifffahrt, und wenn das Wasser mit beschleunigter Bewegung auf die Ufer würkt, so werden diese dadurch beschädigt. Oft liegen die Hervorragungen nicht gerade gegen einander über, und verursachen durch ihre doppelte Reflexion

der

der Strombahn eine zusammengesetzte Bewegung, wodurch die Strombahn gegen dasjenige Ufer getrieben wird und es beschädigt, welches man am sichersten zu seyn glaubte. 4) Verursacht der natürliche Fall des Wassers beim Fortfliessen einen Schaden. Die Quellen entspringen aus Bergen, oder doch aus höher liegenden Orten. Durch das Fallen des Wassers wird die Erde losgerissen, abgewaschen, und mit dem Strome fortgeführt. Da, wo der Strom langsamer fließt, oder wo der Boden des Strombettes ungleich ist, setzt sich diese Erde an, und macht den Strom seichter. Dadurch wird α) die Schifffahrt gehindert, indem die Schiffe nicht tief genug im Wasser gehen. β) Weil der Boden des Strombettes höher wird, so trit das Wasser seitwärts aus, und überschwemmt die niedrigen Ufer.

§. 57.

Schaden, so zufällig geschieht.

β) Zufällig wird der Strom beschädigt 1) durch grosse Steine und Felsstücken, die sich von nahe liegenden Bergen losreissen und in den Strom fallen. Dadurch wird theils der Strom, indem er an sie stößt, genöthigt, die Erde unterwärts aufzuwühlen, theils wenn es grosse Felsstücken sind, und der Strom sich dadurch auf der Seite verengert, greift er die Ufer an und unterwäscht

sie,

sie, daß sie hernach bei Gelegenheit einstürzen. 2) Lang anhaltende Regen, imgleichen der im Sommer auf den Gebürgen schmelzende Schnee, schwellen den Strom auf. Er trit daher aus seinen Ufern und verursacht Ueberschwemmungen. Dadurch werden nicht nur die Ufer beschädigt, sondern es wird auch, von dem sich wieder zurückziehenden Wasser, Erde, Sand und Schlam in den Strom gebracht. Dieser wird dadurch seichter, oder führt den in Menge losgewaschenen Sand an andere Orte, setzt ihn da an, und bildet zum Schaden der Strombahn Inseln. 3) Durch Stürme. Bei Stürmen fährt die Luft eine Zeitlang fort, ununterbrochen auf das Wasser zu wirken, daher bekommt dieses eine beschleunigte Bewegung und also eine grössere Gewalt. (S. Erste Gründe der Naturl. §. 70.). Da nun die Masse des Wassers sehr groß ist, so darf man sich über die erstaunliche Gewalt nicht wundern, welche das Wasser ausübt. Es würkt nicht nur auf die Ufer und beschädigt sie, reißt die Deiche und Dämme um, verursacht Ueberschwemmungen, und wirft oft Brücken, die über den Fluß angelegt sind, über den Haufen; sondern es wühlt auch den auf dem Boden des Flußbettes liegenden Sand auf, und bildet Sandbänke, oder ändert doch zum Schaden der Schifffahrt die schon vorhandene Sandbänke, und giebt

ihnen eine andere Lage, wie dieses in der Elbe und andern grossen Flüssen beständig geschieht.

§. 58.

Künstlich verursachter Schaden.

γ) Der Strom wird künstlich verderbt 1) durch Schutt und Schlacken, die in den Strom geworfen werden. Dieser macht nicht nur die Orte, wo man dergleichen hinein wirft, seichter, sondern, wenn dergleichen vom Strome fortgeführt wird, setzt es sich an die Krümmungen und seichten Orten fest. Oft werden Schlacken, zumahl von Steinkohlen, in die nahe belegenen Schleusen vom Strome fortgeführt, und verderben diese und andere Wassergebäude gänzlich. 2) Durch Gebäude, die in den Strom hinein gebauet werden. Dadurch wird der Strom gebrochen und auf das gegenüberliegende Ufer getrieben, welches dadurch eingerissen und beschädigt wird. 3) Durch ungeschickt angelegte Buhnen, welche die Strombahn nicht in die Mitte des Flusses, sondern auf die gegenüberliegende Ufer determiniren. Es sei die Strombahn AB, die angelegte Buhne DEF, welche die Strombahn in B auffängt, und von B gegen C reflectirt; so wird das Ufer daselbst eingerissen werden. 4) Durch Verengerung des Stromes. Dadurch wird der Strom schneller und tiefer, wühlt den Sand unter sich auf, und führt ihn weiter. Wird er von dort nicht immer weiter fort-

Tab. XIX. Fig. 3.

fortgeschafft, so bleibt er liegen, macht den Strom seichter, verursacht Ueberschwemmungen und hindert die Schifffahrt. 5) Endlich wird der Strom oft durch unrecht angebrachte Anhägerungen verderbt. Es sey GH das Ufer des Flusses, und man habe das Land GIH durch Anhägerung gewonnen, so wendet sich der Strom gegen das Ufer in K, und reißt es ein. Man verliert daher an dem andern Ufer, was man an dem einen gewonnen hatte, die Strombahn ändert sich, und die jetzt losgerissene Erde macht den Fluß seichte. Tab. XIX. Fig. 3.

§. 59.

bb) Wie diesem abzuhelfen.

Man kan dem bisher erzehlten Schaden auf eine doppelte Art abhelfen und vorbeugen, theils indem man die bisher angeführten Ursachen der Beschädigung wegschafft, theils indem man die Ufer durch angelegte Werke und Gebäude befestigt.

α) Will man die Ursachen der Uferbeschädigung wegschaffen, so muß αα) bei den natürlichen Beschädigungen (§. 54) die steile Höhe des Ufers eine Böschung oder Abdachung erhalten, wobei man sich aber zu hüten hat, daß die abgegrabene Erde nicht in den Fluß geworfen, sondern weggeführt werde. Die Krümmungen des Flusses können zwar nicht geändert werden, man muß aber die Ufer, welche die Strombahn trift, befestigen, und die Strombahn durch

wohl angelegte Buhnen auffangen und mitten in dem Fluß determiniren. Von diesen Buhnen soll weiter unten weitläuftiger gehandelt werden. Die Zungen und Hervorragungen müssen entweder weggeschafft werden, oder man muß das gegenüberliegende Ufer gehörig befestigen. Sind Strom-Engen vorhanden, so muß man diese, wo möglich, erweitern. Läßt sich dieses nicht thun, so muß man alles vermeiden, was den Strom noch mehr aufhalten könte. Man muß z. B. keine Brücken mit Pfeilern daselbst anlegen, denn indem das Wasser an die Pfeiler anstößt, verliert es einen Theil seiner Geschwindigkeit. Man muß ferner die Ufer unterhalb der Strom-Enge erweitern, damit das Wasser sich ausbreiten könne, u. s. w.

ββ) Bei den zufälligen Beschädigungen müssen grosse Steine und Felsstücken durch Maschinen, die unten beschrieben werden sollen, herausgeschafft werden. Nach Ueberschwemmungen und Stürmen muß man die beschädigten Ufer so fort repariren, um dadurch dem weitern Einreissen vorzubeugen.

γγ) Den künstlichen Schaden kan man am leichtesten durch gute Aufsicht abwenden. Es muß zu dem Ende bei scharfer Strafe verboten werden, daß niemand sich unterstehe, Schutt und Schlacken in den Fluß zu werfen. Es muß niemand ohne Erlaubniß und vorhergegangene genaue Besichti-

gung

gung Gebäude in dem Strom aufführen. Und endlich muß man Buhnen und Brücken mit gehöriger Vorsicht recht anlegen, und das Land nicht an solchen Orten ohne Noth anhägern, wo Schaden dadurch entstehen kan.

§. 60.

Uferbefestigung überhaupt.

Wenn man die Ufer vor der Gewalt des Wassers in Sicherheit setzen will, so ist ein doppelter Fall möglich. Entweder man sorgt bloß davor, daß die Ufer nicht beschädigt werden, oder man will niedriger liegende Länder vor der Ueberschwemmung und dem Einbruch des Wassers verwahren. Das erste geschieht durch die eigentlich sogenanten **Uferbefestigungen**, das zweite durch **Dämme** und **Deiche**.

§. 61.

1) Eigentliche Uferbefestigung.

Bei der eigentlich sogenanten **Uferbefestigung** hat man wieder eine doppelte Absicht. Entweder man will der Strombahn α) eine andere Richtung geben; dieses geschieht durch Buhnen. Oder man will β) bloß dem Ufer eine grössere Festigkeit geben, damit es nicht vom Wasser beschädigt werde.

§ 62.

α) Buhnen.

Buhnen heissen alle Werke, die dazu angelegt werden, die Strombahn aufzufangen, und ihr eine andere Richtung zu geben. Man giebt ihnen gemeiniglich die Form eines

Tab. XIX. Fig. 3. rechtwinklichten Dreiecks DEF, welches mit der Hypothenuse DF am Ufer anliegt, und mit dem grössern Cathete DE die Strombahn auffängt. Man macht sie von durchflochtenen Pfählen, wie die Uferverzäunungen, oder von Holz, oder von Stein. Die Eigenschaften einer guten Buhne sind folgende: 1) Sie muß so breit seyn, daß sie die ganze Strombahn auffängt, weil diese dadurch sonst nicht völlig in ihrer Richtung geändert werden würde. 2) Sie muß so gerade und eben seyn, als es sich will thun lassen. Wer sieht nicht, daß sonst die Strombahn nicht gleichförmig reflectirt, sondern in verschiedene Ströme zertheilt werden würde? 3) Die Lage der Buhne muß so beschaffen seyn, daß die Strombahn dadurch in die Mitte des Flusses reflectirt, und nicht auf das Ufer geleitet werde. Will man also eine Buhne anlegen, so muß man zuerst die Strombahn bestimmen, und hernach die Lage der Buhne so einrichten, daß die Strombahn die verlangte Richtung erhalte. Das erste geschieht durch schwarze hölzerne Kugeln, die man in der Mitte des Stroms schwimmen läßt. Man beobachtet ihre Richtung, und wo sie an die gekrümmete Ufer anschlagen, so weiß man die Richtung der Strohmbahn. Da, wo die Strombahn ans Ufer anschlägt, wird ein Pfahl eingeschlagen, und an diesen ein beweglich Brett befestigt. Diesem Brett giebt man, um das zweite zu erhal-

erhalten, eine beliebige Richtung, und bemerkt, wohin die anschlagende Kugeln reflectirt werden. Sieht man, daß sie mitten im Strom bleiben, so hat man die wahre Richtung, und nach derselben muß der Cathetus DE der Buhne angelegt werden. In kleinern Strömen, wo die Gewalt der Strombahn nicht sehr groß ist, bedient man sich, die Richtung der Strombahn zu ändern, und die Ufer dadurch in Sicherheit zu setzen, der Stromkörbe. Dieses sind Cylinder, die aus 4 Zoll dicken und etwan 12 Schuh hohen, mit Weidenzweigen durchflochtenen Stäben bestehen, und inwendig mit Strauchwerk und Steinen gefüllt werden. Diese werden in dem Strom versenkt und so eingeschlagen, daß das breite Ende der Pfähle unten kommt.

§. 63.

β) Befestigung des Ufers.

Alle Uferbefestigungen können in die natürlichen und künstlichen eingetheilt werden. αα) Zu den natürlichen gehören hauptsächlich die Wasserweiden, die an dem zu befestigenden Ufer herunter gepflanzt werden. Wenn man diese nahe genug an einander setzt, so geben deren Wurzeln dem Erdreich eine grosse Festigkeit, und hindern das Einreissen und Unterwaschen desselben. ββ) Alle künstliche Uferbefestigungen heissen Verschalungen, und diese sind entweder N) ein-

sache; dahin gehört die bloſſe Verzäumung, die Vernätherung und die Packwerke. ב) Oder zuſammengeſetzte. Dieſe werden entweder א) von Pfählen gemacht, und heiſſen Pfahlwerke. Oder בב) ſie werden gemauert, welches Mauerwerke genennt werden.

§. 64.

א) Verzäunung. Vernätherung. Packwerke.

Die leichteſte und am wenigſten koſtbare Uferbefeſtigung iſt die Verzäunung oder das Flechtwerk. Es werden runde, wenigſtens einen Schuh im Durchmeſſer habende Pfähle, 30 bis 33 Zoll weit von einander in einer Reihe vor dem Ufer ſo tief eingeſchlagen, daß ihre Köpfe auch über das höchſte Waſſer 2 Schuh weit heraus ragen. Zwiſchen dieſe Pfähle werden Zweige von gutem Holz, oder auch Würſte von zuſammengeflochtenen Weidenzweigen eingeflochten, und ganz herunter geſtoſſen. Weit feſter iſt die Vernätherung. Hier werden ſo weit in dem Strom, als es ſich will thun laſſen, bei niedrigem Waſſer Zaunpfähle in den Boden eingetrieben in a b, und mit Weidenzweigen oder Würſten wie vorhin durchflochten. Man kan auch zwei ſolche Reihen hinter einander anlegen. Von dieſer Reihe von Pfählen, die neben einander ſtehen, werden bis zum höchſten Ufer andere Pfähle hinter einander in d e eingeſchlagen, davon die hintern immer

Tab. XIX. Fig. 4.

mer höher stehen. Dadurch wird der ganze Raum in Fächer deed getheilt. Diese werden mit groben Schutt und Steinen angefüllt. Auf dieses werden starke Knüppel und ganze Weidenzweige gelegt, und zwischen die Wände der Fächer eingeflochten. Auf diese wird wieder eine Lage Schutt angebracht, und damit so lange abgewechselt, bis das Werk die gehörige Höhe hat. Wenn der Raum zwischen einem Flechtwerk bis zum höchsten Ufer mit Faschinen ausgefüllt wird, welche mit dem Sturz-Ende gegen den Strom zu gekehrt sind, und so auf einander gelegt werden, daß die untern Lagen um etwas hervorragen; so heißt dieses ein Packwerk.

§. 65.

NN) Pfahlwerke.

Werden die Ufer durch eingerammte Pfähle verschalet, so heissen dieses Pfahlwerke. Hier ist ein doppelter Fall, entweder bestehen solche Pfahlwerke aus blossen Pfählen, die unmittelbar neben einander eingerammet werden, oder sie bestehen aus Pfählen und Brettern. 1) Sie bestehen aus blossen Pfählen. Diese Pfähle sind von Eichenholz, unten zugespitzt, und müssen so lange bei lockerem Erdreich eingerammet werden, bis sie gar nicht mehr nachgeben. Ist der Grund felsicht, wie bei unserer Schleuse zu Simritz, so muß man sie unten mit Eisen

verschuhen lassen, sonst greifen sie in den Grund nicht ein. Man schlägt sie entweder nur bloß neben einander, oder man versiehet jeden Pfahl auf der einen Seite mit einem Falz, welcher der Länge nach herunter geht, und auf der andern Seite mit einer sich in den Falz genau passenden Hervorragung. Auf diese Weise stehen die Pfähle fester. Wegen des Eisganges kan man sie von aussen, so hoch als es nöthig ist, mit Brettern verkleiden.

2) Bestehen sie nicht aus blossen Pfählen, so werden sie auf folgende Art eingerichtet. Man

Tab. XIX. Fig. 5.

schlägt eine Reihe von Pfählen A B C längst dem Ufer dergestalt ein, daß jeder Pfahl von dem andern 3, höchstens 4 Schuh weit entfernt sey. Alle diese Pfähle bekommen auf jeder Seite einen Falz. Zwischen dieselben werden Bretter so tief herunter getrieben, daß das unterste Brett tiefer in das Erdreich eingreife, als das Strombette ist. Weil sonst das Wasser die Erde unterhalb derer Bretter loswühlt, und hinter die Verschalung eindringt. Damit aber dergleichen Werke der Gewalt des Wassers besser widerstehen, werden sie verankert. Diese Verankerung wird nach des Herrn Oberconsistorialrath Silberschlags *) Anleitung auf folgende Art eingerichtet. Vor drei eingeschlagene Pfähle A B C wird der Querbalken D E (Tab. XIX. Fig. 5.) horizontal

*) Abhandl. vom Wasserbau an Ströhmen. S.

zontal auf die hervorragende Köpfe F, F derer Ankerbalken gelegt. Diese Ankerbalken werden in FG, FG (Tab. XIX. Fig. 6.) von der Seite vorgestellt, die Ankerbalken werden forne um etwas ausgeschnitten, und in diese Vertiefung wird der Querbalken DE eingelassen. Dadurch verhindert man, daß der Querbalken von den Ankerbalken nicht abgehen könne. Die Ankerbalken FG liegen in G im Ufer fest. Damit sie aber vorwärts nicht nachgeben, so sind sie hier in einen neuen Querbalken IK eingefüget. Damit aber auch dieser nicht nachgebe, so werden vor ihn die 3 Pfähle H, H, H eingeschlagen. Der Raum zwischen dem Ufer und den Pfählen wird mit grobem Schutt ausgefüllt, weil Faschinen leicht faulen, und daher verursachen, daß das auf ihnen liegende Erdreich bald einsinkt. Tab. XIX. Fig. 6.

§. 66.

בב) Mauerwerke.

Soll eine Uferbefestigung von **Mauerwerk** angelegt werden; so wird dazu dreierlei erfordert. 1) Muß die Mauer einen festen Grund haben. 2) Auf diesem muß die Mauer selbst auf solche Art angelegt werden, daß sie dem Druck des Wassers völlig widerstehe, und 3) muß sie vorm Druck des Ufers, ingleichen vorm Eisgang verwahret werden. 1) Der Grund wird durch einen Rost befestigt. Es werden nemlich in der Entfernung von 7 bis

8 Schuh

8 Schuh, so lang am Ufer herunter, als die Mauer werden soll, in AA zwei Reihen Pfähle eingerammet, doch so, daß sie in der Dicke einer Schwelle aus dem Grunde hervorragen. Auf den Köpfen derer Pfähle werden Zapfen ausgeschnitten, und über die Pfähle werden der Länge nach Schwellen gelegt, die mit Löchern versehen seyn müssen, in welche die Zapfen der Pfähle genau schliessen. Der Raum zwischen diesen zwei Reihen wird durch andere quer über einzurammende Pfähle in Fächer getheilt, und auch diese Pfähle mit Zwergschwellen, auf eben die Art, wie vorhin, übergelegt, welche in die vorigen Schwellen mit Schwalbenschwänzen eingezapft seyn, und mit hölzernen Nägeln befestigt seyn müssen. Diese Zwergschwellen werden wieder durch parallele Schwellen BB mit einander verbunden. Daraus entstehen viereckte Fächer. In diese Fächer BDCC werden einzelne Pfähle eingerammet, und die kleinern Zwischenräume mit Schutt ausgefüllt. 2) Die Mauer selbst muß, so viel möglich, von Quadersteinen aufgeführt, und die Löcher der eisernen Klammern, mit Blei oder einem besondern Kütt ausgegossen werden. Die Mauer wird unten in DC vorne etwas schmaler als der Rost, und bekommt zu mehrerer Festigkeit eine leichte Böschung in AD und BC. Da, wo die Mauer anfängt und aufhört, muß sie in das Ufer hineinlaufen, damit das Eindringen des

Tab. XX. Fig. 2.

Tab. XX. Fig. 1.

Wassers

Wassers hinter die Mauer verhindert werde. 3) Die Mauer vor dem Druck des Ufers und dem Eisgang zu verwahren, werden die Quadersteine mit Backsteinen hintermauert, es sey denn, daß die Quaderstücken sehr dick wären. Auch werden zu mehrerer Festigkeit hin und wieder Rückpfeiler gemauert. Um die ganze Mauer geht ein Rahm oder starke Schwelle G. Diese giebt theils derselben eine mehrere Festigkeit, daß sie nicht vorgedrückt werden kan, theils hindert sie den Anstoß derer vorbei fahrenden Schiffe und der treibenden Eisschollen.

§. 67.

2) Dämme und Deiche.

Marschländer und alle solche Länder, die niedriger liegen als die hohe Fluth, müssen vor Ueberschwemmungen durch **Deiche** und **Dämme** versichert werden; bei welchen wir 1) ihre allgemeine Beschaffenheit, 2) wie sie anzulegen, 3) ihre Bedeckung, und 4) wie das hinter denenselben in dem so genannten Binnenlande sich sammlende Wasser heraus zu leiten sey, zu betrachten haben.

§. 68.

1. Allgemeine Beschaffenheit.

Ein Damm oder Deich ist ein von Erde aufgeführter Wall, der das Wasser der Ströme und Meere abhält, daß es die niedere Gegen-

genden nicht überschwemme. Ein guter Deich muß also 1) dem Druck des Wassers so wohl als dem Stoß desselben bei Stürmen gehörig widerstehen, und nicht nur die gewöhnliche Fluth des Wassers abhalten, sondern auch die gröste Höhe der Wellen. 2) Er muß so dicht seyn, daß das Wasser ihn nicht durchdringen kan. 3) Er muß nicht unnöthig kostbar seyn. Er muß daher a) von Erde aufgeführt werden, b) von aussen und innen eine Doßirung oder Böschung haben, (diese Doßirung heißt in der Deichsprache die Gloje,) und also unten viel breiter seyn, als oben. Dieses erfordert die Festigkeit. Die äussere Doßirung AB muß sich sehr langsam heben, so daß auf 1 Fuß Höhe die Doßirung von 2 bis 8 Fuß betrage. Dadurch wird nicht nur der Damm unten sehr dick, sondern auch die Würkung des Wassers auf den Damm sehr gemindert. Denn da der Stoß desto geringer wird, je schiefer die Fläche ist, auf welche derselbe geschieht, so muß auch die Würkung des Wassers auf den Damm desto geringer werden, je flacher die Doßirung ist. Die Dicke des Dammes AD richtet sich theils nach der Stärke des Wassers, theils nach der Beschaffenheit des Erdreichs. Zähe und feste Erde widersteht der Gewalt des Wassers besser, als lockere Erde und Sand. c) Oben muß er eine der Stärke des Deiches gemässe Breite haben; diese heißt die

Tab. XX. Fig. 3.

Kappe,

Kappe, BC, oder der Ramm. Die Höhe des Hauptdammes richtet sich nach der grösten Höhe des Wassers und der Wellen. Der Hauptdamm muß allezeit höher seyn, als die höchsten Wellen, welches aus der Erfahrung allein bestimmt werden muß. Zur Aufführung eines Dammes wird Erde erfordert. Diese erhält man am bequemsten durch Anlegung eines breiten Grabens F vor demselben, ja man legt dergleichen wol auch hinter denselben. Dadurch erhält man noch überdem den Vortheil, daß die Gewalt des andringenden Wassers in etwas gebrochen wird, indem es erst in den Graben fällt und denselben anfüllet.

§. 69.

2. Anlegung eines Dammes.

Wenn ein Damm angelegt, oder eine Gegend bedeicht werden soll, so wird erfordert, 1) daß man den Grund wohl untersuche, ob er auch tüchtig sey, eine solche Last von Erde zu tragen; sonst setzt man sich in die Gefahr, daß der angelegte Damm durch seine eigne Schwere einsinkt. Man muß daher den Hauptdamm auf festes, und nicht auf lockeres seit kurzem angehägertes Land legen. Eberenz *) führt davon ein merkwürdig Beispiel an. Im Jahr 1663 war durch die Ge-

*) Wasserbaukunst an reissenden Strömen. 2 Th. S. 13.

Gewalt des Meeres ein Deich durchgebrochen, und das Ufer hatte ein so grosses Loch erhalten, daß man es in Form eines halben Cirkels umdeichen muste. Dieser Kolk hatte sich mit Erde nach und nach angefüllt. Im Jahr 1717 ward der Deich abermahl beschädigt, und da verordnete ein sonst erfahrner Baumeister, daß der Kolk gerade über, zu Ersparung der Kosten, bedeicht werden solte. Man legte den Deich nach seiner Einrichtung an, er sank aber in kurzer Zeit wieder weg, weil das Erdreich, das sich erst seit einigen Jahren angesetzt hatte, viel zu locker war, eine solche Last zu tragen. 2) Man lege den Hauptdamm nicht unmittelbar an das Ufer, sondern in einer gehörigen Entfernung davon. Dadurch erhält man nicht nur eine grössere Festigkeit des Grundes, welcher nahe am Wasser unterwaschen seyn kan; sondern man hindert auch das Wasser, daß es nicht beständig an dem Fuß des Hauptdammes wühle. 3) Da aber die Ebbe und Fluth, durch das dadurch verursachte beständige Steigen und Fallen des Wassers, die Ufer am meisten beschädigt, und daher auch der Hauptdamm dadurch am stärksten leiden würde, wodurch beständige kostbare Reparaturen entstehen müsten; so legt man vor dem Hauptdamm, in gehöriger Entfernung, gegen das Wasser einen **Kaydamm** oder Kayendamm an. Dieser wird ein $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuß

höher

höher angelegt, als die höchste Fluth; die Kappe wird 2 Fuß breit, die Doßirung wie 3:5 oder wie 7:111 die Berme zu beiden Seiten 5 bis 7 Fuß breit *). Vor und hinter diesen Kaydeich kommt ein Graben. Dieser Kaydeich ist gleichsam das Aussenwerk des Deiches, und hält die Fluth ab. Die Reparaturen dieses niedrigen Dammes sind nicht kostbar, er ist auch nicht schwer, und kan daher nahe an das Wasser gelegt werden. Oft ist man genöthigt, den Hauptdeich, zumahl in Flüssen, unmittelbar an das Wasser anzulegen. Solche Deiche, die kein Vorland haben, heissen Schlickdeiche. 4) Ist dieses alles gehörig eingerichtet, so wird der Bestick des Deiches sammt der Deichlinie genau bestimmt. Der Bestick ist die untere und obere Dicke, nebst der Doßirung, die gehörig berechnet aufgerissen und abgesteckt werden müssen. Es ist also das Profil des Deiches ABCD (Tab. XX. Fig. 3.) Die Deichlinie aber ist die Lage des Deichs der Länge nach, abc (Tab. XX. Fig. 4.) Diese richtet sich nach der Lage des Ufers, und nach der gehörigen Entfernung, welche der Hauptdeich vom Wasser haben muß. Diese Deichlinie wird mit Stäben abgesteckt. 5) Die Breite und Tiefe der Gräben wird durch die Menge der Erde

*) S. Silberschlags Abhandlung vom Wasserbau an Strömen S. 153.

Erde bestimmet, die man zur Aufführung des Haupt- und Kaydeiches braucht. Damit aber durch den Graben die Communication des Hauptdammes mit dem davor liegenden Lande nicht unterbrochen werde, so legt man über den Graben in gehörigen Entfernungen die Spitzdämme ddd an. Wie man auf andere Art Dämme anlegen könne, imgleichen von den hölzernen und steinernen Dämmen kan man in Brahms, Eberenz und Hunrichs oben angeführten Schriften nachsehen.

Tab. XX. Fig. 4.

§. 70.

3) Bedeckung.

Die Erde ist ein lockerer Körper, und kan daher durch die Gewalt des Wassers leicht weggespühlt werden. Um dieses bei den Deichen zu verhindern, muß die äussere Dossirung des Dammes, mit einer Bedeckung versehen werden. Dazu bedient man sich des Strohes, oder der Wasen, oder man läßt Gras darauf wachsen, oder man besetzt den Deich mit Sträuchern und Dornen. Das Stroh wird mit Strohseilen überflochten und mit hölzernen oder eisernen Nadeln in der Erde befestigt. Da aber das Stroh so bald faulet, so sind dergleichen Bedeckungen nicht dauerhaft, und erfordern beständige Reparaturen. Den Damm mit ausgestochenen Wasen zu belegen, verwirft Eberenz *), weil sie

*) Wasserbau an reissenden Strömen, 2 Th. S. 144.

sie vom Platzregen leicht abgespület werden. Man lasse also den Damm mit Gras bewachsen, so geben die Wurzeln des Grases, der Erde eine grössere Festigkeit. Wiewohl dieses nur bei süssem Wasser angeht, indem das Gras beim Salzwasser nicht recht fortkommt. Die Bedeckung mit Gesträuch ist zwar an sich gut, allein Gautier erinnert dagegen, daß sie den Mardern und Füchsen Gelegenheit geben, ihre Löcher in den Damm zu graben, und daß dieser dadurch Schaden leide.

§. 71.

4) Oeffnungen im Deich zum Durchfluß des innern Wassers.

Man muß nicht nur durch die Deiche den Einbruch des äusseren Wassers abhalten, sondern man muß auch dafür sorgen, daß das in dem Binnenlande befindliche Wasser herausgeschafft werden könne. Zu dem Ende müssen in dem Deich Oeffnungen angebracht werden. Diese haben zugleich den Nutzen, daß man das niedrige Land in Kriegszeiten, unter Wasser setzen kan. Zu dem Ende werden hin und wieder in dem Damm grössere und kleinere Oeffnungen angelegt. Die grössern sind Schleusen oder Siehle. Diese sind mehrentheils oben gewölbt, es sey denn, daß sie auch zur Schifffart dienen solten, da sie oben offen seyn müssen. Sie sind im übrigen, so wie andere Schleusen, davon unten

ten gehandelt werden soll, mit Thüren verse-
hen. Die kleinern sind entweder Pumpen,
oder Sichter. Eine Pumpe, Pumpsiehl oder
Klapsiehl ist ein viereckter, aus Jochstücken zu-
sammengesetzter und mit Brettern verschlage-
ner, durch den Damm gehender Kanal, der
gegen das Wasser zu mit einer Klappe ver-
sehen ist. Diese hält das Wasser ab, daß
es nicht von aussen hineindringe, beim Auf-
ziehen derselben aber kan dadurch das innere
Wasser herausgelassen werden. Ein Sich-
ter oder Höhle aber ist ein kleiner viereckter
bloß aus Brettern bestehender Kanal, oder
auch nur eine aus einem ausgebohrten Baum
gemachte Röhre, welche queer durch den
Damm gehet, und zum Abfluß des innern
Wassers dient.

2) Wassergebäude und Werke zur Beförderung der Schifffahrt.

§. 72.

Hindernisse der Schifffahrt.

Ehe wir zeigen können, wie die Schiff-
fahrt durch angelegte Wassergebäude zu be-
fördern sey, müssen wir erst die in der Schiff-
fahrt vorfallende Hindernisse betrachten, die
aus der Beschaffenheit der Flüsse entstehen.
Die Schifffahrt auf Strömen wird gehin-
dert, einmahl durch Strudel. Diese können
nicht weggeschafft werden, und gehören also

hier-

hierher nicht. Zweitens, dadurch, daß die Flüsse zu seichte sind. Diesem Uebel wird entweder a) durchs Anschwellen der Ströme, oder b) durch deren Vertiefung abgeholfen. Drittens, durch Wasserfälle. Um dieses Hinderniß wegzuschaffen, werden c) Rollbrücken und d) Schleusen angelegt.

I. Ströme sind zu seichte.

§. 73.

a) Anschwellen der Ströme.

Man kan die Ströme auf eine doppelte Art anschwellen. aa) Indem man die Arme abschneidet, und das dadurch fliessende Wasser nöthiget, im Hauptstrome zu bleiben. Oder bb) indem man das Wasser des Hauptstroms hindert, daß es nicht so geschwinde fortfließt. Beides wird durch Währe und Krippenwerke erhalten, welche wir daher näher zu betrachten haben. Währe sind eine Gattung niedriger Dämme, wodurch das Wasser gestaucht wird, und daher vor dem Währe aufschwillt. Sie werden theils auf eine einfache Art, wenn der Boden fest genug ist, bloß von grossen Pflastersteinen gemacht, die queer über den Strom, in Form eines dreieckigten Prismatis liegen, dessen breiteste Grundfläche auf dem Boden des Strombettes liegt, und über dessen Schärfe das Wasser herabstürzt. Oder sie werden von Quadersteinen

Tab. XX. Fig. 5. nen gemauert. Im letzten Fall wird in den Boden des Strombettes ein Rost von eichenen Pfählen ABDC eingeschlagen. Dieser Grund des Währes muß tiefer liegen, als das Strombette. Auf diesen wird das Währ in AEFB dergestalt gemauert, daß es gegen den obern Theil EF immer schmaler wird. Dieser obere Theil heißt der Sattel, und pflegt etwas gekrümmt zu seyn. Der hintere Theil wird eben so schief angelegt, der, wie Hr. Oberconsistorialrath Silberschlag *) angiebt, mit Stufen versehen, damit der Stoß des fallenden Wassers gebrochen werde. Man legt sie an α) queer über den Strom, wenn man ihn vor dem Währ zu verschiedenen Absichten anschwellen will. β) Im Eingang eines Nebenarms C, damit das Wasser den Nebenarm verlasse, und stärker durch den Hauptstrom gehe. In diesem Fall muß die Richtung des Währs AB mit der Lage des Ufers einerlei seyn, dergestalt, daß das Währ als die Fortsetzung des Ufers angesehen werden könne, weil sonst das Wasser darneben einbricht. Wenn der Strom dadurch seichter geworden ist, daß er sich in viele Nebenarme zertheilet hat, so wird das Wasser desselben, durch das Abschneiden dieser Nebenarme, seine vorige Höhe bald wieder erhalten. γ) Endlich legt man Währe an, um das Wasserrad einer Mühle oder Kunst besser

Tab. XX. Fig. 6.

zu

*) l. c. S. 101.

zu treiben. Ist dieses, so muß die Richtung des Währs nicht, wie gemeiniglich geschieht, mit der Richtung der Ufer parallel angelegt werden, weil sich das Wasser dadurch nicht fängt; sondern schief. Dergestalt, daß wenn D die Wassermühle wäre, so muß das Währ die Lage FE erhalten, damit das Wasser in GE in einen engern Raum gebracht werde, dadurch in die Höhe steige und eine schnellere Bewegung erhalte. Die Krippenwerke bestehen aus 2, oder, wenn der Strom stark ist, 3 Reihen Pfähle, die unten mit Eisen verschuhet und sonst wohl befestigt sind. Der Raum zwischen ihnen wird mit Schutt und Steinen ausgefüllt, und die Pfähle selbst des Eises wegen mit Brettern von aussen verkleidet. Hin und wieder läßt man Oeffnungen, die mit Schutzbrettern versehen werden, um im Fall der Noth das Wasser dadurch zu lassen. Sie sind also auch Dämme, wie die Währe, und thun dieselben Dienste.

Befinden sich neben dem Strom Bäche, die höher liegen, als das Strombette, so kan man diese durch gegrabene Kanäle in den Strom leiten, um auch dadurch das Wasser desselben zu vermehren, und den Strom anzuschwellen.

§. 74.

b) Vertiefung der Ströme.

Die Ströme können auf eine dreifache Art vertieft werden. 1) Einmahl durch die

Verengerung des Stroms. Dieses geschieht durch gut angebrachte und etwas in den Strom hinein gebauete Uferbefestigungen und Anhägerungen. Weil der Strom dadurch enger wird, so nimmt seine Geschwindigkeit zu, er würkt also stärker auf den Boden des Strombettes, wühlt die Erde auf, führt sie mit sich fort, und die Strombahn wird dadurch tiefer. 2) Zweitens, durchs Abschützen des Stromes. Dieses geht bei Flüssen an, die sich in zwei oder mehr Arme zertheilen. In dem Fall kan man durch angelegte Dämme das Wasser abschützen, und zwingen, daß es durch die andern Arme geht. Inzwischen läßt man den Boden des ausgetrockneten Theils vertiefen, und die Erde, Steine und andern Unrath herausschaffen. 3) Drittens geschieht dieses durch Maschinen. Eine der besten

Tab. XX. Fig. 7.

von der Art beschreibt Belidor*), deren man sich bei Ausräumung und Vertiefung des Hafens von Dünkirchen bedient. GHIK ist der verticale Durchschnit eines an vier Ankern befestigten Schiffes. In A ist ein sehr grosses Tretrad, über dessen Welle C geht eine Kette, die über die Rolle G läuft, und in F an einer grossen hölzernen Schaufel befestigt ist. Diese Schaufel ist vorne in FM offen, hinten in E aber hat sie eine Thüre, die mit eisernen Riegeln wohl verwahrt ist. Diese Schaufel ist

*) Architectura Hydraul. Tom. 2. Lib. 1. cap. 5.

ist an einem langen Arm oder Stiel LM befestigt, der sich um den Ruhepunct N drehen läßt. Hinter dem grossen Tretrade A befindet sich das kleinere Tretrad B, um dessen Welle D geht auch eine Kette, die an dem Hintertheil E der Schaufel FME befestigt ist. Wenn die Schaufel sich in der Lage LE befindet, und das Tretrad A wird bewegt; so wickelt sich die Kette um die Welle C, und zieht die Schaufel durch den Sand und die Erde des Grundes durch. Die Schaufel füllet sich an, und kommt, wenn sich die Kette völlig aufgewickelt hat, in die Lage PE. Zu eben der Zeit wird das kleinere Tretrad rückwärts gedrehet, und die um die Welle D gehende Kette wickelt sich ab, verlängert sich, und folgt der Schaufel bis in die Lage PE. In dieser Lage wird die Thüre bei E durch Hülfe eines Schiffhaakens geöffnet, der Sand und die Erde fällt heraus und in ein darunter liegendes Fahrzeug Q. Wenn die Schaufel ausgeleert ist, so werden beide Treträder rückwärts bewegt, die Kette in C wickelt sich ab, und verlängert sich. Die über D gehende Kette aber wickelt sich wieder auf, und ziehet die Schaufel in die Lage LE zurück, da sie aufs neue in den Grund eingreift und sich wieder füllet. Auf der andern Seite des Schiffs ist eben eine solche Schaufel, die Ketten aber sind über die Wellen C und D verkehrt gewunden, so daß die eine

Schaufel in die Höhe geht, wenn die andere sinkt.

II. Wasserfälle.

§. 75.

c) Rollbrücken.

Wird die Schifffahrt durch Wasserfälle gehindert, so legt man in kleinen Strömen, und wo nur kleine Fahrzeuge oder Kähne paßiren, **Rollbrücken**, in grössere Ströme und bei grössern Fahrzeugen aber Schleusen an. Soll eine Rollbrücke angelegt werden, so wird erst ein Rost von Pfählen AB eingeschlagen. Auf diesem wird die Rollbrücke angelegt, die aus den zwei schiefen Flächen AC und BC besteht, wovon BC, gegen die tiefere Seite des Wasserfalls zu, länger ist als AC. Auf diese Flächen werden die Walzen GG gelegt, die in eisernen Zapfen frei liegen. An beiden Seiten des Ufers in F und H stehen zwei Winden. Soll nun ein Kahn DE über diese Brücke gezogen werden, so werden vorne in D die Stricke DF und DH befestigt, und der Kahn wird aus A in C über die sich drehende Walzen G heraufgezogen, und auf eben die Art von C in B langsam heruntergelassen. Da die Kähne beim Herüberziehen über die Walzen sich sehr stossen, und daher leicht beschädigt werden, etwas grössere Schiffe sich aber gar nicht so herüber ziehen lassen,

Tab. XX. Fig. 8.

so

so werden Rollbrücken nicht leicht angelegt, es sey denn, daß die Passage so schwach ist, daß es nicht die Kosten verlohnet, eine Schleuse anzulegen, oder der Schleusenbau, wegen schon an dem Strom vorhandener Mühlen, und anderer Hinderniße, nicht vorgenommen werden kan.

§. 76.

d) Schleusen überhaupt.

Weit wichtiger sind die Schleusen, wodurch die Schifffahrt auf Strömen ungemein nebst der Handlung befördert wird. Wir haben von diesen Wassergebäuden 1) ihren Begriff, 2) ihre Eintheilung, und 3) ihre Einrichtung zu bestimmen.

§. 77.

1) Begriff, 2) Eintheilung.

1) Begriff. Eine Schleuse oder Siehle ist ein Kanal, der durch Thüren bequem verschlossen und geöffnet werden kan, um das Wasser zu verschiedenen Absichten zurückzuhalten oder durchzulassen. 2) Eintheilung. Schleusen werden in doppelter Absicht angelegt, a) entweder blos das Wasser durch die Oeffnung eines Deiches ein- und auszulassen, oder b) das Wasser dergestalt zu fangen und zu stauchen, daß durch dessen Hülfe ein Schiff bequem über einen mäßigen Wasserfall gebracht werden kan. Diese letzte Art heissen

Fangs-

Fangschleusen, und von diesen zur Beförderung der Schifffahrt eigentlich dienenden Schleusen wird hier gehandelt. Die Fangschleusen sind wieder in Absicht auf ihre Construction aa) entweder einfache, die nur aus einem mit Thüren verschlossenen Kanal bestehen, oder bb) doppelte, wo sich neben dem Hauptkanal noch ein kleinerer auch mit Thüren besonders verschlossener Kanal zur Durchlassung kleinerer Fahrzeuge befindet. Man legt solche doppelte Schleusen nur in dem Fall an, wo viele grosse und kleine Fahrzeuge häufig durchgehen, damit man nicht die grosse mühsam zu öffnende Schleuse für kleine Fahrzeuge zu öffnen genöthigt werde. In Absicht auf die Baumaterialien sind beide Arten hölzerne oder steinerne, wiewohl die ganz hölzerne bei uns wenig mehr gebraucht werden.

§. 78.

3) Einrichtung.

Eine jede Fangschleuse besteht a) aus einem geraden, oben offnen Kanal, b) den Thüren, die den Kanal verschliessen, und c) dem Schutz, der zum Einlassen des Wassers dient, ehe die Thüren geöffnet werden.

Tab. XX. Fig. 9.

a) Der Kanal. Von diesem bemerken wir aa) dessen Länge. Diese wird von der einen Thüre A bis zur andern B gerechnet. bb) Dessen Einrichtung. Der Kanal muß

länger

länger und breiter seyn, als die grösten Fahrzeuge, die durch ihn paßiren sollen. Auch seine Tiefe muß aus der Grösse und Schwere der Fahrzeuge bestimmt werden. Die Schleuse muß so tief seyn, daß die Fahrzeuge auch beim niedrigsten Wasser noch beweglich bleiben. cc) Die Seiten oder Wände des Kanals. Diese werden vertical ohne Böschung gemacht, und mit Holz, oder welches besser ist, mit Steinen bekleidet. Der Grund des Kanals besteht aus einem von eingeschlagenen Spuntpfählen verfertigten Rost. Es werden nach der Länge des Kanals herunter, auf beiden Seiten desselben, Spuntpfähle eingeschlagen. Ueber diese wird der Länge nach ein Hauptbalken von eichenem Holz gelegt, und auf diesen kommt die Hauptmauer, die aus Quaderstücken bestehen muß, die mit eisernen Klammern wohl befestigt und gut verküttet werden müssen. Von einer Distanz zur andern müssen in der Mauer auf beiden Seiten in HI, imgleichen in KL Pfeiler angelegt werden, in deren Mitte eine gehörige Vertiefung ist. Diese Pfeiler thun bei Reparaturen oder Schleusen vortrefliche Dienste. Man kan dadurch die Schleuse geschwinde in einige Theile theilen, und nicht nur alsdenn jeden Theil geschwinder ausschöpfen, sondern wenn die übrige Schleuse noch in gutem Stande ist, und nur in einem Theile eine Reparatur vorfällt, braucht man bloß diesen Theil al-

lein

lein auszuschöpfen. In der Mauer selbst müssen hin und wieder breite eiserne Klammern eingemauert werden. In diesen sind Vertiefungen angebracht, in welche die Schiffer, beim Durchfahren durch die Schleuse, die Schifferstaaken einsetzen können. Sonst stossen sie diese Staaken entweder in den Boden oder die Wände der Schleuse zu beider Beschädigung beim Fortschieben derer Schiffe. Ausserhalb des Schleusenkanals müssen die Ufer in AZ und DY sowohl als in BO und QP mit einer Verschaalung von Holz, oder von Stein versehen werden, weil sich sonst das Wasser hinter der Mauer der Schleuse durchwühlt, die Mauer beschädigt, und zwischen den Steinen in den Kanal bricht. Ist man der starken Passage wegen genöthigt, über die Schleuse eine Brücke anzulegen, so wird diese in der Mitte des Kanals in mn angebracht. Eine solche Brücke wird aus 2 Zugbrücken zusammengesetzt, die sich in der Mitte an einander schliessen, weil sonst Schiffe mit Mastbäumen nicht durchgehen könten. dd) Den Boden. Zwischen beiden Wänden der Schleuse wird der Boden derselben durch einige queer über eingeschlagene Reihen Pfähle in Fächer getheilt. Diese Fächer werden mit Leim oder Letten ausgeschlagen, und darüber werden starke eichene Bohlen gelegt und festgenagelt, damit der Sand nicht unten in die Schleuse eindringe, oder wol gar

ver-

verdrießliche Wasserquellen in derselben entstehen.

b) Die Thüren. Diese bestehen aus zwei Flügeln, und von diesen merken wir aa) ihre Lage. Man legte sie sonst so an, daß sie gerade an einander passeten, und zusammen bei ihrer Verschliessung eine gerade Linie EG bildeten. Die Erfahrung hat gelehrt, daß dergleichen Thüren dem Druck des Wassers, welches mit der völligen Gewalt auf sie würkt, nicht genug widerstehen, auch schwer zu öffnen sind. Man legt sie daher durchgängig nunmehr so an, daß sie, indem sie sich berühren, einen stumpfen Winkel ACD bilden, dessen Spitze gegen den Strom gekehrt ist. Dadurch geht ein Theil von der Gewalt des drückenden Wassers verlohren, und bei ihrer Eröffnung hat man nicht den ganzen Druck des Wassers zu überwinden. Es werden zu dem Ende in EF und FG sehr starke eichene Schwellen gelegt, an welche die Flügel anschlagen. Dieses giebt denen Thüren nicht nur eine grössere Festigkeit, sondern hindert auch, daß das Wasser nicht unter ihnen eindringe. bb) Ihre Beschaffenheit. Jeder Flügel besteht aus den zwei Thürsäulen AC und DB, den beiden Riegeln CD und AB, und den Strebebändern CB und AD. Ueber diese werden starke eichene Bohlen genagelt. Die Thürsäule CA ist oben in C und unten in A mit einem starken eisernen Zapfen verse- Tab. XXI. Fig. 2.

hen,

hen, wovon der obere C von einem eisernen Ringe gehalten wird, der untere bewegt sich in einer Pfanne. Damit sich ferner bei grossen Schleusen, wo die Flügel sehr breit sind, der Theil DB nicht senke, so ist unten in B eine meßingene Rolle angebracht. Diese trägt nicht nur den Thürflügel, daß er nicht nachgeben kan, sondern seine Bewegung wird auch erleichtert, indem diese Rolle bei Oeffnung des Flügels in einem Cirkelbogen auf einem von glatten Steinen angelegten Boden laufen muß. cc) Die Art, sie zu öffnen. Dieses geschieht entweder durch Hebel, oder durch Erdwinden. Bedient man sich der Hebel, so ist bei kleinen Schleusen, an jedem Thürflügel in C eine Stange CT fest; wenn diese in der Richtung CT stark angezogen wird, so öffnet sich der Flügel. Dieser Art bedient man sich bei der hiesigen Gimritzer Schleuse. Oder es ist ein langer Hebel in W an einem eiseren Zapfen des Thürflügels fest. In X läßt er sich auf einem andern Zapfen, der in einer auf der Mauer befindlichen Pfanne beweglich ist, herumdrehen. Wenn der Arm SX die gehörige Länge hat, so lassen sich die Thürflügel dadurch leicht herumdrehen. Hr. Oberconsistorialrath Silberschlag *) giebt den Rath, an diesem Hebel, damit er nicht so lang seyn dürfe und doch leicht bewegt werde, einen

Tab. XX. Fig. 9.

*) Abhandlung vom Wasserbau. S. 181.

einen Trilling anzubringen, der sich über feste in einem Cirkelstück eingeschlagene Kammen durch Hülfe einer Winde bewegen läßt. Bei grossen Schleusen ist man genöthigt, Erdwinden zu gebrauchen. Es sei ABCD der eine Thürflügel des perspectivisch hier vorgestellten Schleusenkanals. In 1 steht eine senkrechte Welle, welche durch Hebel gedrehet wird. In B ist eine Kette an dem Thürflügel fest, diese läuft über eine in G an einem Arm befindliche grosse Rolle, ferner über die Rolle H, wickelt sich darauf um die Welle oder Winde I, geht darauf über die Rolle H und F bis an den Thürflügel B wieder zurück. Wenn sich bei Umdrehung der Winde die Kette in I gegen HGB aufwickelt, so wickelt sie sich gegen HFB ab, und der Thürflügel öffnet sich. Er verschließt sich, wenn die Winde rückwärts gedrehet wird. Tab. XXI. Fig. 1.

c) Der Schutz. Sollen die Flügel der Schleusenthüren geöffnet werden, so würde der Widerstand des äussern Wassers zu groß seyn, wenn die Schleuse inwendig ganz leer von Wasser wäre. Man muß daher, um die Eröffnung der Flügelthüren zu erleichtern, einen Schutz anlegen, wodurch das Wasser noch vor Eröffnung der Thüren in den Schleusenkanal gelassen werden kan. Dieses kan auf eine doppelte Art geschehen. Man kan den Schutz entweder in die Thüre oder in der Seite des Kanals anlegen. Bei klei-

nen Schleusen wird in der Thüre ein Schutz-
brett angebracht, bei grossen Schleusen aber
wird das Wasser auf der Seite eingelassen. Ist
der Schutz in der Thüre, so wird das Schutz-
Tab. XXI. brett K durch die Schutzstange LM in die
fig. 1. Höhe gehoben. Dieses geschieht entweder
durch Leute, die auf dem über den Thürflü-
geln befindlichen Gerüste BaE sitzen, und die
Schutzstange heben, oder durch einen Hebel
LZ. Dieses ist vorne in L breit und mit einem
Falz versehen, durch welchen die Schutzstange
geht. In W ist er auf einem Zapfen beweglich.
In der Schutzstange LM sind Löcher in nn,
durch welche man eiserne Bolzen stecken kan.
Soll das Schutzbrett gehoben werden, so wird
der eiserne Bolzen in das zunächst über dem
kurzen Arm LW befindliche Loch gesteckt, und
sodann durch Niederdrückung des langen Arms
WZ der Schutz gehoben. Darauf drückt man
den Hebel bis unter das folgende Loch, steckt
den Bolzen durch dieses durch, und hebt die
Schutzstange bis zum dritten Loch, und dieses
wird so lange fortgesetzt, bis das ganze Schutz-
brett in die Höhe gehoben ist. Auf diese Art
wird der Schutz in der hiesigen Gimritzer-
schleuse geöffnet. Weil diese Bewegung sehr
langsam, und vor die Leute, welche die Schleu-
se öffnen, nicht ohne Gefahr ist, so wäre es nach
Sturms Vorschlage besser, hier eine Art
von Wagenwinde anzulegen. Bei grossen stei-
nernen Schleusen wird das Wasser durch einen
krum-

krummen gemauerten und gewölbten Seitenkanal QR mitten in die Schleuse gelassen. Dieser ist in Q und R mit einem Schutzbrett versehen. Die eiserne Schutzstange TV ist mit Zähnen versehen, in welche ein Stirnrad X eingreift, welches durch eine Kurbel gedrehet wird. Hierdurch kan der Schutz bequem und ohne Gefahr leicht auf und nieder gelassen werden.

3) Wassergebäude zur Erleichterung der Passage über die Ströme.

§. 79.

Einleitung.

Die Beschaffenheit des Stromes erlaubet es nicht allezeit, eine beständige Brücke anzulegen, und da man Pferde und Wagen mit Kähnen nicht übersetzen kan, so werden in dem Fall 1) **Fähren** angelegt. Soll die Passage nur auf eine Zeitlang dauern, so legt man 2) **Schiffbrücken** an. Und 3) zu einem beständig dauernden Uebergang werden **beständige Brücken** erfordert.

§. 80.

1) Fähren.

Bei den Fähren haben wir a) ihre Beschaffenheit, und b) die Art, sie zu bewegen, anzugeben. a) Eine Fähre muß ein plattes und breites Fahrzeug seyn, in welchem Wagen und Pferde ohne Unbequemlichkeit Platz haben. Das Ufer bekommt an beiden Orten, wo

sie abgeht und wo sie anlandet, eine leichte Böschung, und an deren Ende muß, so breit die Fähre ist, eine kleine Uferverschaalung angelegt und mit Brettern obenher bedeckt werden, damit Pferde und Wagen bequem herein und heraus fahren können. b) Man kan sie auf dreierlei Art bewegen. aa) Durch Ruder. Dieses ist bei starken Strömen unsicher. bb) Nach Hr. Oberconsistorialrath Silberschlags Angabe durch den Strom selbst, wenn man die Fähre an eine lange Kette vor Anker legt, an deren Ende ein Ring ist, in welchem zwei an der Fähre mit Winden befestigte Ketten laufen. cc) Durch ein Seil. Dieses ist α) entweder an beiden Ufern fest, und läuft durch zwei an der Fähre an Säulen befestigte Ringe. Oder β) das Seil ist an der Fähre fest, und wird αα) durch Pferde gezogen, oder ββ) es wickelt sich an jedem Ufer über eine mit einem Tretrade versehene grosse Welle. Dieser Strick wickelt sich an der Welle auf, gegen welche die Fähre sich bewegt, und auf der entgegenstehenden Seite wickelt er sich ab.

§. 81.

2) Schiffbrücken.

Die Schiffbrücken werden a) entweder aus würklichen an einander gefügten und mit Brettern belegten Schiffen gemacht, oder b) aus kupfernen inwendig hohlen Pontons. Beide werden grösstentheils nur im Kriege gebraucht.

§. 82.

§. 82.

3) Beständige Brücken.

Von denen festen Brücken haben wir a) die allgemeine Bestimmung, b) die Eintheilung und c) den Bau derselben zu erklären.

a) Zur allgemeinen Bestimmung gehört aa) der Ort, wo sie anzulegen sind. Diesen muß man 1) bei einer mittleren Breite des Stroms aussuchen. Ist der Strom sehr breit, so wird die Brücke sehr lang, und daher kostbar zu bauen. Ist der Strom sehr enge, so wird der Durchfluß des Wassers durch die Brückenpfeiler noch mehr gehindert, und dadurch leiden die Ufer. 2) Muß das Ufer da, wo man eine Brücke anlegen will, eine gehörige Höhe haben, damit nicht bei hohem Wasser, die Auf- und Abfahrt der Brücke unter Wasser gesetzt, und die Passage gefährlich werde. bb) Die Befestigung. Diese geschieht theils durch hölzerne oder gemauerte Brückenpfeiler, theils durch Häng- und Sprengwerke.

b) Die Eintheilung. Alle beständig an einem Ort liegende Brücken, sind aa) entweder beweglich, und dieses heissen Zugbrücken, oder bb) fest. Die festen Brücken sind α) entweder steinerne oder β) hölzerne. Und diese αα) tragen sich entweder selbst, dieses geschieht durch ein Hängewerk und Sprengwerk, oder sie werden ββ) blos von den Pfeilern getragen.

c) Was den Bau derselben anbetrift, so muß aa) eine steinerne Brücke 1) auf Pfeiler gesetzt werden. Diese werden von Grund aus gemauert. Die Seiten der Pfeiler ab und cd müssen mit der Richtung des Stromes parallel seyn. Der vordere und hintere Theil aec und bfd bilden einen stumpfen Winkel, um die Gewalt des Wassers leichter zu brechen. 2) Auf diesen Pfeilern ruhen die gewölbten Bogen der Brücke. 3) Auf den Seiten muß die Brücke mit einem 4 Fuß hohen steinernen Geländer versehen werden. Neben diesem muß ein 3 Fuß breiter und 1 Fuß hoher, mit platten Steinen belegter Gang für die Fußgänger angelegt werden. Die Mitte der Brücke aber wird gepflastert. bb) Die hölzernen Brücken haben entweder gemauerte Pfeiler, worauf die Balken liegen, oder sie ruhen auf Pfählen, die mit Streben wohl befestigt seyn müssen. Gehängte Brücken bestehen, wenn der Fluß nicht breit ist, aus einem einzigen Hängewerk, oder bei sehr breiten Flüssen aus mehreren, die aber auf gemauerten Pfeilern ruhen müssen.

Tab. XXI. Fig. 3.

Erste Gründe

der

Bergwerkswissenschaft.

Erste Gründe der Bergwerks-Wissenschaft.

Allgemeine Einleitung.

§. 1.

Hier muß 1) der Begriff der Bergwerkswissenschaft bestimmt, 2) die dahin gehörigen Wissenschaften angegeben, 3) der Entwurf aller derer Theile, die wir hier abhandeln wollen, geliefert, und 4) müssen die vorzüglichsten hierher gehörigen Schriften angeführt werden.

§. 2.

1) Begriff der Bergwerkswissenschaft.

Die Natur bildet die Erze und Metalle mehrentheils tief unter der Erde. Wollen wir die Metalle gewinnen und zum Nutzen im gemeinen Leben anwenden, so müssen wir die Erde durch Gruben, Stollen und Schachte öffnen, und über und unter der Erde Gebäude anlegen, wodurch das Erz gewonnen,

aus der Erde herausgeschafft und gehörig bereitet werden kan. Alle diese Gebäude und angelegten Werke, zusammengenommen, heissen ein Bergwerk. Und die Wissenschaft, ein solches Bergwerk bequem, sicher und mit Vortheil anzulegen, heißt die Bergwerkswissenschaft.

§. 3.

2) Dahin gehörige Wissenschaften.

Die Bergwerkswissenschaft läßt sich in sechs Nebenwissenschaften theilen. 1) Betrachtet man bloß die Lage und Grösse derer Theile eines Bergwerks, so heißt dieses die Markscheidekunst, (Geometria subterranea). 2) Wird die ganze Einrichtung des Bergwerks in Absicht auf die Festigkeit und Bequemlichkeit betrachtet, so nennt man diese Wissenschaft die Bergbaukunst (Architectura subterranea). 3) Siehet man auf die zum Behuf des Bergwerks anzulegenden Maschinen, und die Art sie zu bewegen, so entsteht daraus die Bergmechanic (Mechanica metallica). 4) Die Kentniß und Aufbereitung der Erze wird in der Bergwerks-Mineralogie (mineralogia metallurgica) gelehret, und der Theil derselben, worin gezeigt wird, wie man den Gehalt der Erze erforschen müsse, heißt die Probierkunst (Docimastica). 5) Da keine Gesellschaft ohne Gesetze bestehen kan, so müssen auch die

bei Bergwerken üblichen Rechte und Gewohnheiten, nebst der Entscheidung der Streitfragen, in einer besondern Wissenschaft vorgetragen werden. Daraus entsteht das Bergrecht (Iurisprudentia metallica). 6) Und da auch bei Bergwerken eine genaue Einrichtung der Oeconomie nöthig ist, so trägt man diese in der Bergwerksöconomie (Oeconomia metallica) vor.

Von diesen Wissenschaften werden wir nur die Markscheidekunst, die Bergbaukunst und die Bergmechanic vortragen, und das nöthigste von der Docimastic bei der Bergbaukunst hinzufügen.

§. 4.

3) Entwurf des Werks.

I. Die Markscheidekunst. Hier wird gehandelt

a) Von der allgemeinen Bestimmung der Lage der Theile in den Bergwerken überhaupt.

b) Von dem üblichen Maaß.

c) Von denen zum Markscheiden nöthigen Instrumenten.

d) Von den Ausmessungen.

II. Die Bergbaukunst. Hier kommt vor

1) Die Beschaffenheit und Einrichtung des Bergwerks.

a) Eigenschaften der Gebürge

aa) Dem äussern Ansehn nach,

bb) Der

bb) Der innern Beschaffenheit nach.
b) Einrichtung des Bergwerks
aa) Ueberhaupt.
α) Eintheilung des Bergwerks.
β) Officianten.
γ) Gebäude.
bb) Insbesondere.
α) Die Arbeiten selbst.
αα) Entdeckung der Gänge.
ββ) Arbeiten unter der Erde.
א) Schachte und Strecken.
ב) Stollen.
γγ) Förderung des gewonnenen Erzes.
δδ) Bearbeitung des zu Tage gebrachten Erzes.
β) Hinderniße.
αα) Vom Gestein.
ββ) Vom Wasser.
γγ) Von der Luft oder Wetter.
2) Die Befestigung der angelegten Werke.

III. Die Bergmechanik.

Alle Maschinen auf den Bergwerken haben einen dreifachen Endzweck.

1) Sie schaffen etwas aus den Gruben heraus oder herein. Dieses ist
a) Wasser. Wasserkünste.
b) Erz. Dieses wird gefördert durch
aa) Haspeln.
bb) Treibwerke. Göpel. Diese werden bewegt
α) durch

α) durch Pferde. Pferdegöpel.
β) durch Wasserräder. Wassergöpel.

c) Luft. Dahin gehören alle Maschinen das Wetter aus und ein zu treiben.

2) Sie zerstossen das Erz. Puchwerke.
3) Sie treiben Blasebälge. Gebläse.

§. 5.

4) Hierher gehörige Schriften.

1) Von der Markscheidekunst.

A. Beiers Markscheidekunst. Schneeb. 749. Fol. c. f.

A. Böhms Anleitung zur Meßkunst auf dem Felde, Wasserwäg- und Markscheidekunst. Frankf. 759. 4. c. f.

v. Oppel Anleitung zur Markscheidekunst. Dresd. 740. 4. c. f.

Voigtels Geometria subterranea. Leipz. 714. Fol. c. f.

Weidleri Geometria subterranea. Witteb. ist zu Wien 765. in gr. 8. unter dem Titel: Anleitung zur Markscheidekunst übersetzt herausgekommen.

2) Vom Bergbau überhaupt.

Das a b c der Bergwerkswissenschaft. Freib. 747. 8.

Agricola de re metallica. Basil. 657. fol. c. f.

Hertwig vollkommenes Bergbuch. Dresd. 734. Fol. Gehört aber grösstentheils zum Bergrecht.

Kellners Berg- und Salzwerkbuch. Freib. 702. 8.

(Kerns) Bericht vom Bergbau. Freib. 769. 4. c. f.

J. J. Langens Einleitung zur Mineralogia metallurgica. Halle 770. 8. worin der ganze 2te Theil und ein Stück des ersten Theils den Bergbau abhandeln.

Lehmanns Einleitung in einige Theile der Bergwerkswissenschaft. Berl. 751. 8. c. f.

v. Löhneis Bericht von Bergwerken. Hamb. 690. Fol. c. f.

Mathesii Sarepta. Freib. 679. 4. ist auch in Fol. edirt.

Minerophili Bergwerkslexicon. Freib. 743. 8.

Neueröffneter Rittersaal. Der dritte Theil. 12.

Röslers hellpolierter Bergbauspiegel. Dresd. 700. Fol. c. f.

Suchlands Geistliches Bergwerk. Goslar 685. 8.

Wunder, drei, und dessen Continuation. Marpurg 684. und Cassel 737.

3) Vom Maschinenwesen.

Calvörs Beschreibung des Maschinenwesens auf dem Harz, 2 Theile. Braunschw. 763. Fol. c. f.

Lehmann vom Bergbohrer und Puchwerken. Leipz. 750. 8. c. f.

4) Von der Mineralogie und Docimastic.

Alonso Barba Bergbüchlein. Hamb. 676. 8.
Becheri Physica subterranea. Lipf. 738. 4.
Lazari Ercker Aula subterranea oder Probierbuch. Frankf. 736. Fol. c. f.
Cramer Elementa artis docimasticae. L. B. 739. 8.
Gellerts Anfangsgründe der metallurgischen Chymie. Leipz. 751. 8.
Horns Synopsis metallurgica. 8.
Schindlers metallurgische Probierkunst. Dresd. 697. 8.
Schlüter vom Hüttenwerk. Braunschw. 738. Fol. c. f.
Stahls Anweisung zur Metallurgie. Leipz. 744. 8.
Wallerii Metallurgia. Stockh. 768. 8.

5) Vom Bergrecht.

Bausen Institutiones Iuris Metallici. Lipf. 740. 4.
Beiers Otia metallica. Schneeb. 748. 8.
Besonders gehört hierher der erste Theil.
Auch gehört zum Bergrecht Herrwigs oben angeführtes Werk.
Seb. *Span* Speculum Iuris Metallici. Dresd. 690. fol.

6) Hi-

6) Historische Beschreibung der Bergwerke.

Bierings Beschreibung der Mansfeldischen Bergwerke. Leipz. 734. Fol.

Brückmann Magnalia Dei in locis subterraneis. Braunschw. 727. Fol. 2 Vol.

Calvör historische Beschreibung des Ober- und Unter-Harzes. Braunschweig 765. Fol.

Schreibers historischer Bericht von dem Bergwerke auf dem Harze. Rudolst. 678. 4.

Sprengels Beschreibung der harzischen Bergwerke. Berl. 753. 8.

Zückert Bergwerksverfassung des Oberharzes. Berl. 762. 8.

7) Von den Bergbeamten.

Abbildung und Beschreibung der sämtlichen Bergwerksbeamten. Nürnberg 721. 4. c. f. 2. Vol.

v. Schönberg ausführliche Berginformation. Leipz. 693. Fol.

I. Die Markscheidekunst.

§. 6.

Einleitung.

Hier haben wir 1) die allgemeine Bestimmung der Lage der Theile auf den Bergwerken überhaupt, 2) das auf den Bergwer-

ken gebräuchliche Maaß, 3) die zum Markscheiden dienlichen Instrumente zu betrachten, und endlich 4) die Ausmessungen selbst zu erklären.

§. 7.

1) Allgemeine Bestimmung der Lage der Theile.

Alles, was in den Bergwerken vorkommt, liegt entweder senkrecht, oder wagerecht, oder schief. a) Man stelle sich das rechtwinklichte Dreieck abc vor, so heißt die Perpendicularlinie oder die Höhe ab des rechtwinklichten Dreiecks die Teüffe. Daher sagt man abteüffen, d. i. senkrecht tiefer graben. Alles, was senkrecht liegt, heißt auch seiger. Daher sagt man abseigern, d. i. eine senkrechte Linie ziehen. Einen Riß seiger zulegen, heißt, den vertikalen Durchschnitt oder das Profil machen. Der Schacht ist seiger, oder er geht senkrecht in die Teüffe. b) Die wagerechte oder horizontale Linie, als die Grundlinie bc des Dreiecks, heißt die Sohle, und alles, was wägerecht liegt, heißt söhlig. Daher sagt man: einen Riß söhlig abziehen, d. i. den Grundriß verfertigen. c) Jede schiefe Lage, oder die Hypothenuse ac des rechtwinklichten Dreiecks, heißt die Donlege, oder Tonnenlage, und was so liegt, heißt donlegig. Das Abweichen einer Linie von der Horizontallinie heißt ihr Steigen und

Tab. XXI. Fig. 4.

Fallen. Das Abweichen von der Mittagslinie, heißt ihr Streichen.

§. 8.

2) Das Maaß.

Auf den Bergwerken wird alles nach Lachtern gemessen. Eine Lachter aber ist so lang als eine Klafter. Man theilt jede Lachter in 8 gleiche Theile, jedes Achtel in zehn Zoll, und jeden Zoll in zehn Primen. Es ist daher 1 Lachter $= \frac{8}{8}$, $\frac{1}{8} = 10''$, $1'' = 10'''$

§. 9.

3) Die zum Markscheiden gehörige Instrumente.

Alle Markscheide-Instrumente können in zwei Klassen getheilt werden, sie dienen a) entweder zum Ausmessen, oder b) zum Zulegen, das heißt, zum Abtragen der Risse. a) Bei den Ausmessungen wird entweder aa) die Teüffe gemessen, dieses geschieht durch die blosse Schnur, oder durch Rechnung. Oder bb) das Steigen und Fallen, (die Donlage). Dieses wird durch den Gradbogen gemessen. Oder cc) das sohligte Streichen. Dieses mißt man durch den Hängekompaß, zuweilen auch durch den Setzkompaß, und bei Eisenbergwerken, wo die Magnetnadel nicht gebraucht werden kan, durch die Stundenscheibe. Oder dd) es werden gerade Linien (Markscheidewinkel) abgesteckt.

steckt. Dieses geschieht durch den Winkelweiser. b) Zum Abtragen oder Zulegen der Risse dient hauptsächlich das Zulege-Instrument, wozu auch zuweilen der Setzcompaß mit gebraucht wird.

Was a) die Instrumente, die zum Ausmessen dienen, und zwar aa) den Gradbogen betrift, so merken wir von demselben a) die Beschaffenheit. Er ist ein halber Cirkel von Meßingblech, acbe, dieser ist von der Mitte e an gegen a und b in 90 Grade abgetheilt. In dem Mittelpunkt hängt an einem seidenen Faden ein kleines Gewicht. An der obern Regel ab sind zwei blecherne Haaken in dd, um das Instrument an seine mit dem Boden parallelgespannte Schnur zu hängen. Tab. XXI. Fig. 5.

β) Den Gebrauch. Will man das Steigen der Donlege ac wissen, so spannt man eine Schnur αβ mit der Fläche ac parallel aus, und hängt den Gradbogen fdge daran, so zeigt der Perpendikel fi den Bogen gi, als das Maaß des Winkels m. Dieser Winkel aber ist dem Winkel n oder der Donlege gleich. Beweis. Man verlängere den Perpendikel fi bis in k auf die Sohle, so ist das Dreieck akh rechtwinklicht. Man ziehe aus f die gerade Linie fl auf die Fläche ac senkrecht, so ist auch das Dreieck flh rechtwinklicht. Es ist daher p=o (§. 30. Geom.), x=y (§. 40. Geom.) Daher ist m=n (§. 78. Geom.). Tab. XXI. Fig. 6.

bb) Bei dem Hängekompaß merken wir auch α) die Beschaffenheit. Er ist ein in zwei meßingenen sich rechtwinklicht durchschneidenden Ringen agcf und gdfb beweglicher Kompaß abcd. Der Ring agcf ist in 360 Grad eingetheilt. Dieser Kompaß ist mit zwei kleinen Zapfen in zwei Löcher des Ringes gdfb eingezapft, und darin so beweglich, daß er bei jeder veränderten Lage des Instruments, seiner Schwere wegen, sich in der horizontalen Lage erhält. In ee sind zwei Haaken, wodurch er an eine Schur gehängt werden kan. Es wird aber der Kompaß in 24 gleiche Theile getheilt, welche Stunden heissen, und von 1 bis 12 gezehlt werden. Jede Stunde wird wieder in 8 gleiche Theile getheilt, so daß der ganze Umkreis 192 gleiche Theile erhält. Norden und Süden sind in diesem Kompaß in N und S, wie gewöhnlich, angezeigt. Osten und Westen aber werden verkehrt gesetzt, so daß rechter Hand von Norden, Westen in W steht, linker Hand fällt Osten in O. Dieses geschieht aus folgender Ursache.

Tab. XXI. Fig. 7.

Tab. XXI. Fig. 8.

Wenn man das Streichen eines Ganges, das heißt, seine Abweichung von der Mittagslinie wissen will, und es wäre die Mittagslinie NS, das Streichen des Ganges aber αβ, und x wäre der Abweichungswinkel, den man finden solte: so spannt man nach der Richtung des Ganges die Schnur αβ straff aus, und hängt

Tab. XXI. Fig. 9.

den

den Hängekompaß dergestalt daran, daß der Punkt n oder Norden allezeit vorne nach der Gegend hin steht, nach welcher der Gang streicht; so weist die Magnetnadel in g nach dem würklichen Norden N, und folglich auf dem Kompaß nach Osten. Da die Nadel die Grösse des Bogens ng als das Maaß des Winkels x andeutet, so ist es klar, daß αβ vom würklichen Norden um den Bogen ng nach Osten abweiche. Und da die Nadel auf die linke Seite von ns abweicht, so setzt man Osten auf diese Seite, weil sonst, wenn hier Westen stünde, der Markscheider leicht irren, und glauben könte, der Gang wiche westlich von der Mittagslinie ab. Die wahre Ursache ist also diese: weil der Kompaß mit dem Punkt Norden allezeit nach der Richtung des Ganges zu steht, so fällt der Gang in die entgegengesetzte Weltgegend der Nadel, und daher müssen die Weltgegenden auch in der Entgegen-Richtung stehen. Daraus ist

β) der Gebrauch dieses Instruments leicht zu bestimmen. Man hängt es an eine nach der Richtung des Ganges ausgespannte Schnur dergestalt auf, daß die Mittagslinie auf die Richtung der Schnur fällt, so zeigt die Magnetnadel das Streichen des Ganges nebst der Gegend, wohin er streicht.

cc) Der Setzkompaß ist α) seiner Beschaffenheit nach, ein viereckt es Brett abcd, in dessen Mitte sich ein kleiner Kompaß Tab. XXI. Fig. 10.

befindet. Um diesen liegt ein meßingener beweglicher Ring efg, woran sich zwei meßingene Regeln befinden, deren Schärfen he und fi genau auf einander treffen. Der Umkreis NOSW ist in die gewöhnlichen 24 Stunden eingetheilt, und Osten und Westen steht, wie auf andern Kompassen, in der rechten Lage. β) Bei dessen Gebrauch wird nach der Lage des Ganges ML eine Schnur ausgespannt, uud unter dieselbe das Instrument so gestellt, daß die Schnur genau auf die Schärfe der Regel hi paßt. Wenn nun die Magnetnadel genau auf Norden weist, so zeigt die Regel das Streichen des Ganges.

Tab. XXI. Fig. 11.

dd) Die Eisenscheibe oder Stundenscheibe ist α) ihrer Beschaffenheit nach, eine runde meßingene Scheibe ACBD, die eben so in Stünden eingetheilt ist, als der Seigerkompaß. Sie ist zwischen zwei gebogenen Stücken von Meßingblech A und B beweglich, welche durch die darin befindliche Löcher festgeschraubt werden können. In der Mitte befindet sich eine kleine runde Scheibe G, die in dem Mittelpunkt E beweglich und mit einem Haaken F versehen ist. Durch die Mitte E gehet eine enge Oeffnung, durch welche ein Faden gezogen werden kan. β) Der Gebrauch ist folgender. Die Scheibe wird horizontal gestellt, durch beide Schrauben befestigt, und mit dem Mittelpunkt über den Punkt gestellt, wo sich beide Gänge durchschnei-

schneiden. Hierauf wird der durch den Mittelpunkt E gezogene Faden nach der Richtung des einen Ganges in EH, der an dem Haaken F befindliche Faden aber nach der Richtung des andern Ganges in TE ausgespannt; so zeigt der Bogen DE den Unterschied der Stunden, oder das Streichen beider Gänge.

ee) Der **Winkelweiser.** Auch hier merken wir α) die Beschaffenheit dieses Instruments. Es besteht aus einem viereckten prismatischen Holze ab. In c und d befinden sich zwei meßingene Rahmen, woran oben in e und f zwei Dioptern, und unten in g und h zwei kleine mit einem Loch versehene runde Bleche befestigt sind, wodurch die Schnur ighk dergestalt gezogen wird, daß gh mit dem Holz parallel ist. An diesem Instrument ist der mit einem Loch in m versehene hölzerne Arm lm, wodurch das Instrument auf einen Stab gesteckt und bequem gedrehet werden kan. An die Schnur gh wird der Gradbogen oder auch der Hängekompaß angehängt, durchs Visiren durch die Dioptern ef können Stäbe, in gerader Linie abgesteckt werden. Tab. XXII. Fig. 1.

β) Den Gebrauch. Man braucht dieses Instrument, um Linien auf dem Felde, deren Streichen gegeben ist, abzustecken. Will man durch Hülfe dieses Instruments über Tage eine Linie abstecken, so wird der Arm lm des Winkelweisers auf einen

Stab horizontal gesteckt, und an die untere Schnur gh der Hängekompaß angehängt. Darauf wird das Instrument so lange gedrehet, bis die Magnetnadel die verlangte Stunde des Streichens des Ganges andeutet. Man visiret darauf durch die Dioptern ef, und läßt einen Stab auf dem Felde dergestalt abstecken, daß man ihn durch die Dioptern erblickt; so erhält die dadurch abgesteckte Linie auf dem Felde die verlangte Lage.

b) Zum Zulegen aber dient aa) das sogenante Zulege-Instrument, dieses ist α) der Beschaffenheit nach ein länglichtes rechtwinklichtes viereckiges Instrument von Holz oder Meßing abcd. In m ist eine runde Verties- Tab. XXII. Fig. 2. fung, in welche der Hängekompaß eingesetzt werden kan, so daß die Mittagslinie NS genau mit den Seiten des Instruments parallel laufe. β) Soll beim Gebrauch ein unter der Erde gemessener oder abgezogener Gang, nach seinem Streichen zugelegt oder zu Papier gebracht werden; so verfährt man folgender gestalt. Gesetzt, der Gang streiche 3 Stunden nach Morgen, so wird das Instrument aufs Papier gesetzt und so lange gedrehet, bis die Nadel die verlangte Stunde zeigt. Es ist alsdenn die Seite bc die Lage des Ganges, nach welcher die Linie auf dem Papier gezogen werden kan. bb) Auch kan der oben schon beschriebene Setzkompaß beim Zulegen gebraucht werden.

§. 10.

§. 10.

4) Die Ausmessungen.

Hier soll a) entweder die Teüffe eines Schachts, oder b) das Steigen und Fallen eines Ganges und Strecke, oder c) das sohlige Streichen desselben gemessen, oder d) ein ganzer Zug (Ausmessung) verrichtet werden.

§. 11.

a) Meßung der Teüffe.

Hier ist ein doppelter Fall möglich, entweder der Schacht ist seiger (senkrecht), oder er ist flach (hat eine Donlege).

aa) Ist der Schacht seiger, so wird oben in a eine Schnur an den Rundbaum oder Haspel mit dem einen Ende festgebunden, am andern wird ein Gewicht befestigt und heruntergelassen, und in b etliche Schuh hoch über der Sohle angehalten. Diese Schnur wird darauf mit dem Lachtermaaß ausgemessen, die Höhe bc dazu addirt, die Höhe der Haspel aber davon abgezogen, so zeigt der Ueberrest die Teüffe des Schachts dc. Tab. XXII. Fig. 3. n. 1.

bb) Ist der Schacht flach, n. 2; so wird die Schnur mit der Donlege AB parallel in αβ ausgespannt, und der Gradbogen daran gehängt, so zeigt der Bogen ab die Grösse des Winkels x, und weil $x + y = 90°$ und auch Tab. XXII. Fig. 3. n. 2.

ab + ad = 90°, so ist ad = y. Wenn man nun die Donlege AB mit der Schnur gemessen hat, so ist in dem rechtwinklichten Dreieck ABC die Hypothenuse AB, imgleichen die Winkel x und y gegeben, und läßt sich also die Seite AC als die gesuchte Teüffe leicht berechnen. Denn es verhält sich

R : AB = s, y : AC.

Eben so kan die Sohle BC gefunden werden. Denn es verhält sich auch

R : AB = s, x : BC.

§. 12.

b) Das Steigen uud Fallen eines Ganges zu finden.

Tab. XXII. Fig. 4. Es sei der Gang ABCD, dessen Steigen und Fallen, das heißt, seine Abweichung von der Horizontallinie gesucht wird. Man spanne mit der Fläche AB parallel die Schnur αβ an zwei Stäben, in der Länge von 10 Lachter gerade aus. In der Mitte dieser Schnur hänge man den Gradbogen an; so zeigt der Bogen ab den Winkel x (§. 9. aa). Man setzt diese Verrichtung so lange von A bis B fort, als die Linie AB steigt, so erhält man die Länge von AB. Gesetzt, in B falle der Gang, das ist, er nähere sich der Horizontallinie, so spanne man mit BC die Schnur βγ parallel aus, und hange in der Mitte den Gradbogen an, so zeigt der Bogen cd die

Grösse

Grösse des Winkels y oder das Fallen der Linie BC an. Dieses wird bis vor Ort d. i. bis ans Ende des Ganges in D fortgesetzt. Aus denen gegebenen Winkeln x, y, u. s. w. imgleichen der Länge derer Linien AB, BC, u. s. w. läßt sich die Zeichnung des Ganges, nach dessen Steigen und Fallen, leicht entwerfen.

§. 13.

c) Das sohlichte Streichen eines Ganges zu finden.

Es sey der Gang ABCDEF. Man spanne mit der Seite des Ganges AB die Schnur $\alpha\beta$ parallel aus, und hänge in die Mitte den Hängekompaß in q dergestalt, daß Norden n gegen das Ende des Ganges gerichtet sey; so zeigt der Bogen mn die Stunde der Abweichung des Ganges von der Mittagslinie, d. i. sein sohlichtes Streichen. Da, wo in B der Gang die Richtung ändert, wird wieder eine Schnur $\beta\gamma$ mit der Seite BC parallel ausgespannt, und die vorige Operation wiederholt. Und dieses geschieht bei jeder veränderten Richtung bis ans Ende des Ganges. Tab. XXII. Fig. 5.

§. 14.

d) Die völlige Ausmessung des Bergwerks.

Wir haben hier 1) einige Benennungen zu erklären, und 2) die Operation selbst vor-

vorzutragen. Was 1) die Benennungen anbetrift, so heißt die ganze Ausmessung ein Zug. Geschieht die Ausmessung unter der Erde, so heißt es ein Grubenzug, über der Erde ein Tagezug. Einen Zug zu Papier bringen, heißt, ihn zulegen. Das Profil eines Bergwerks heißt der Seigerriß; der Grundriß der sohlichte Riß. Eine Linie heißt ein Markscheidewinkel. Eine Linie messen, heißt, sie abziehen. Der Punkt, wo man zu messen anfängt, heißt der Punkt des ersten Anhaltens. Der Punkt, wo die Messung aufhört, heißt der abgezogene oder abgegebene Punkt. 2) Die Ausmessung selbst kommt auf 3 Hauptoperationen an. Entweder man soll aa) einen Grubenzug oder bb) einen Tagezug verrichten, oder man soll cc) einen in der Grube befindlichen Punkt über Tage bestimmen. Alle übrige Operationen sind nur Nebenfälle.

§. 15.

aa) Einen Grubenzug zu verrichten.

1) Man lasse aus dem über die Grube befindlichen Punct E eine Schnur in den Schacht, wo die Messung angehen soll, herab, und befestige selbige in G etwan 4 Fuß hoch über der Sohle, so ist G der Punct des ersten Anhaltens. Man messe diese Schnur nach Lachtermaaß, so weiß man, wenn der

Schacht

Schacht seiger ist, die Seigerteüffe EG. Ist der Schacht flach, so bestimme man aus der gemessenen Donlege die Seigerteüffe. (§. 11. bb). 2) In G wird eine Schraube befestigt, woran eine Schnur gebunden, und mit der Sohle AB parallel in αβ ausgespannt wird. An diese wird der Gradbogen gehängt, und durch dessen Hülfe das Steigen und Fallen des Ganges gefunden. (§. 12). 3) An eine andere mit der Seite des Ganges parallel ausgespannte Schnur wird der Hängekompaß gehängt, und dadurch die Stunde des Streichens des Ganges bestimmt. (§. 13). 4) Alles dieses wird in ein in Columnen abgetheiltes Memorial eingetragen, bis man über BC und CD an den abgegebenen Punct kommt. Es hat aber ein solches Memorial sechs Columnen, in deren ersten die Linie, in der zweiten die Weltgegend, in der dritten die Stunde des Streichens, in der vierten die Länge nach Lachtermaaß, in der fünften das Steigen und Fallen angezeigt wird. In der sechsten werden Nebenanmerkungen hinzugefügt, wie man dieses aus folgendem Entwurf sehen kan.

Tab. XXII. Fig. 4.

Grubenzug auf dem Gebäude N. zu N.
Am — des — Jahres.
Das Anhalten ist am Fahrschenkel im Tage-Schacht gewesen.

Linie.	Weltgegend.	Stunden u. Achtel.	Lachter.	Steigen und Fallen.	Anmerkungen.
ab	OR.	5. $3\frac{1}{2}$	8.4.$9\frac{3}{4}$	fl. 3°	
bd	—	5. $2\frac{3}{4}$	7.3.$6\frac{1}{2}$	fl. — 2.	Hier ist ein Gang erbrochen, und die fortgetriebene Stolle weiter abgezogen worden.
ef	—	5. $1\frac{1}{4}$	9.7.2.	fl. 3.6.	
gh	oc.	6. 3.	9.4.6.	F. 2.6.	

5) Nach diesen eingeschriebenen Bestimmungen wird der Riß söhlig und seiger zugelegt.

§. 16.

bb) Einen Tagezug zu verrichten.

Will man einen Tagezug verrichten, so schlage man 1) in dem nach Belieben erwehlten oder vorgeschriebenen Punct A einen Stab ein, imgleichen einen in B in der Entfernung von 10 Lachter. 2) Zwischen beide Stäbe wird in gleicher Entfernung von der

Tab. XXII. Fig. 6.

Soh-

Sohle eine Schnur ausgespannt, und durch den Gradbogen das Steigen und Fallen, durch den Hängekompaß aber die Stunde des Streichens bestimmet und eingeschrieben. 3) Mit dieser Arbeit fährt man über CDEF fort bis an das Ende. 4) Ist in G ein Baum, ein Thurm, ein Haus, oder etwas dergleichen, das mit in den Riß kommen soll; so wird in B der Winkelweiser befestigt, und man visiret durch die Dioptern nach G. An die Schnur des Winkelweisers wird der Hängekompaß angehängt, und dadurch die Stunde des Streichens von BG bestimmt. Darauf wird die Länge von BG mit der Schnur gemessen, auf Lachter gebracht, und beides in das Memorial eingetragen. So kan die Lage von BG beim Zulegen des Zuges auf dem Papier leicht gezeichnet werden.

§. 17.

cc) Einen unter der Erde gegebenen Punct über Tage zu bestimmen.

Es sey der unter der Erde gegebene Punct N der Gang ABCDN. Dieser kan über Tage auf eine doppelte Art bestimmt werden. Tab. XXII. Fig. 7.

1) Man verrichtet den Grubenzug nach §. 15. und legt ihn hernach söhlig und seiger zu. Man richte hernach in N eine senkrechte Linie auf, und sehe, wo diese die Oberfläche der Erde in L durchschneidet: so ist der Punct N in L über Tage bestimmt. 2) Oder man ver-

verrichte wie vorhin den Grubenzug, und bestimme dadurch die Lage von ABCDN. Alsdenn verrichte man aus dem über dem Punct des ersten Anhaltens A befindlichen Punct α, nach eben den Stunden und Winkeln den Tagezug in αβγL; so bekommen die Markscheidewinkel αβ, βγ und γL eben die Lage über Tage als ABCD unter der Erde, und der Punct L, wo der Tagezug sich endigt, liegt über Tage genau über dem Punct N, wo sich der Grubenzug endete.

Hieraus läßt sich die Aufgabe leicht auflösen: wie wenn man aus einem angegebenen Punkt ansitzen, und bis zu einem gegebenen Punct erschlagen will, man die Donlege und Stunde der Linie von einem Punct zum andern finden könne. Es sey M der Punct, wo man ansitzen, und L der Punct, wo man erschlagen soll. Man verrichtet zwischen M und N einen Zug, und legt ihn söhlig und seiger zu. Aus dem söhligen Riß ersiehet man die Stunde der Linie ML. Aus dem Seigerriß aber die Entfernung des Puncts M von der Seigerhöhe LN, das heißt die Linie MN. Aus der gegebenen Grundlinie MN und der Höhe NL des rechtwinklichten Dreiecks LNM kan man den Winkel x, oder die Donlege der Linie ML leicht finden.

Tab. XXII. Fig. 7.

II. Die

II. Die Bergbaukunst.

§. 18.

Einleitung.

Wir haben hier zweierlei zu bestimmen. Wir müssen 1) die Einrichtung des Bergwerks überhaupt angeben, und 2) zeigen, wie es zu befestigen sey. Bei der Einrichtung des Bergwerks überhaupt, müssen wir A) die Beschaffenheit der Gebürge anzeigen, und B) wie in denselben ein Bergwerk angelegt und eingerichtet werden müsse. Bei der Beschaffenheit und Inhalt der Gebürge haben wir wiederum 1) die Beschaffenheit der Gebürge überhaupt, und 2) die Art, wie in ihnen das Erz bricht, zu betrachten.

I) Einrichtung des Bergwerks überhaupt.

A) Beschaffenheit und Inhalt der Gebürge.

§. 19.

1) Beschaffenheit der Gebürge überhaupt.

Hier müssen wir α) die Beschaffenheit der Gebürge dem äussern Ansehn nach und β) der innern Einrichtung nach betrachten. α) Was das äussere Ansehn anbetrift, so steigen die Gebürge entweder αα) unter einem kleinen Winkel nach und nach

langsam in die Höhe. Dieses heissen sanfte Gebürge. Der erste Theil, der sich anfängt über das flache Land nach und nach zu erheben, heißt das Vorgebürge; der folgende höhere Theil das Mittelgebürge, und der höchste Theil desselben, hinter welchem das Gebürge wieder fällt, das hohe Gebürge. Diese sanften Gebürge geben die beste Hoffnung zu guter Ausbeute, zumahl wenn sich im Vorgebürge Steinkohlen und Salzquellen zeigen, und aus dem Gebürge selbst häufige mineralische Wasserquellen entspringen. ββ) Oder sie steigen unter einem Winkel von mehr als 45 Grad. Dieses heissen steile Gebürge. Sind diese ℵ) durch viele Thäler und Klüfte unterbrochen, so heissen sie stückliche Gebürge. Sie bestehen mehrentheils aus unordentlich über einander liegenden Felsstücken, und taugen zum Bergbau wenig. Denn einmahl erfordert das über einander liegende Gestein viel Zimmerwerk, damit die Gruben nicht einstürzen, und also viele Baukosten. Zweitens finden die Gänge gar bald ihr Ausgehendes, weil Gebürge, die stark steigen, auch bald wieder fallen. Wenigstens werden die Gänge, wegen der unordentlich auf einander liegenden Felsart beständig unterbrochen. Drittens, sind in solchen Gebürgen gemeiniglich viel Wasserklüfte und Tagewasser, welche wegzuschaffen, man viel unnöthige Unkosten anwenden muß. ב) Steigen die steilen

len Gebürge mit vielen Absätzen sehr gerade in die Höhe, so heissen sie pralligte Gebürge. Diese taugen auch zu Bergwerken wenig, weil sie auch mehrentheils so geschwinde wieder fallen, als sie gestiegen sind.

§. 20.

Gebürge der innern Beschaffenheit nach.

Betrachten wir β) die Gebürge nach ihrer inneren Beschaffenheit, so finden wir hier zweierlei überhaupt zu bestimmen. 1) Erstlich die Steinlager, und 2) zweitens die Art, wie die Erze darin brechen. Alle sanfte Gebürge bestehen gemeiniglich aus Steinlagern, die schichtweise über einander liegen. Die Damm-Erde aa, welche von aussen diese Lagen bedeckt, heißt das **Dach**. Das erste Steinlager mm, welches auf das Dach folgt, heißt der **Gems**. Bestehen diese Gebürge Tab. XXII. Fig. 8.

a) aus gleichartigen Steinlagern, so heissen sie einfache **Gebürge**. Bestehen sie aber

b) aus ungleichartigen Steinlagern, so nennt man sie zusammengesetzte Gebürge. Liegen hier die Steinlager

α) in einer gewissen Ordnung

αα) über einander (Fig. 8.), so erhalten sie den Namen der aufgesetzten Gebürge. Und eine solche Steinlage heißt, wenn sie dick ist, eine **Bank**.

ββ) Stehen die Lagen neben einander in a, a, a, so heißt es ein abgesetztes Gebürge.

Tab. XXII. Fig. 9.

β) Liegen die Lager unordentlich durch einander; so nennt man es ein schwimmendes oder schüttiges Gebürge.

§. 21.

2) Wie die Erze brechen, überhaupt.

Wir müssen nun 2) zeigen, wie die Erze brechen. Die Metalle und Halbmetalle werden selten unter der Erde gediegen gefunden, und auch alsdenn nur in kleinen Massen. Sie sind gemeiniglich in sehr kleinen Theilen mit Stein und andern Bergtheilen vermischt, und heissen Erze. Diese Erze brechen auf eine vierfache Art. Man findet sie entweder in Flötzen, oder in Gängen, oder in Nestern, oder endlich in Stuffen. Von jeden dieser vier Stücke muß nun besonders gehandelt werden.

§. 22.

Flötze.

a) Wenn sich zwischen den Steinlagen eines Gebürges, Lagen von einer andern Steinart oder von Erz befinden, die sich in die Länge und Breite als eine Fläche ausbreiten, ohne sehr dick zu seyn, so heissen solche Lager Flötze; und Gebürge, welche aus solchen Flötzen bestehen, heissen Flötzgebürge.

Sol-

Solche Flötze werden Tab. XXII. Fig. 8. in n und n im Durchschnitt vorgestellt. Liegen viel solche Flötze über einander, mit dazwischen befindlichen Stein- und Erdlagen, so heißt es ein Geschürre. Das Gestein, worauf der Flötz liegt, heißt seine Sohle; was aber über ihm liegt, sein Dach.

Anmerkung. Wir merken hierbei, 1) daß dieses der wahre und eigentliche Begriff des Worts Flötz sey, ohngeachtet die Bergleute, die eben nicht an deutliche Begriffe gewöhnt sind, dieses Wort oft in verschiedenen andern Bedeutungen gebrauchen. 2) Daß die Flötze mit den übrigen Steinlagern mehrentheils parallel liegen. 3) Daß diese Flötze leicht von Gängen unterschieden werden können, welche, wenn es uns erlaubt ist, eine Vergleichung mit den vegetabilischen und thierischen Körpern zu machen, gleichsam die Röhren und Adern vorstellen, da die Flötze als Häute, die etwas bedecken, angesehen werden können. 4) Der Bergbau in Flötzen ist sehr verdrießlich, weil diese so wenig dick sind, und die Bergleute daher oft auf dem Rücken liegend, mühsam arbeiten und das Erz gewinnen.

§. 23.

Klüfte.

Ausser den Flötzen, worin die Erze brechen, finden wir dasselbe b) in Gängen.

Weil der Begriff des Ganges von dem Begriff der Kluft abhängt, so müssen wir erst von den Klüften handeln; und hernach die Theorie der Gänge vortragen. Von den Klüften merken wir

1) ihren Begriff. Alle Steinlagen gehen entweder ununterbrochen fort, oder sie werden durch Ritzen, Spalten und Höhlungen unterbrochen. Ist in diesen Spalten und Ritzen etwas von der übrigen Steinart verschiedenes enthalten, so heißt dieselbe eine Kluft.

2) Ihre Eintheilung. Die Klüfte können theils dem Inhalt, theils der Grösse, theils der Lage nach eingetheilt werden.

α) Dem Inhalt nach sind sie

αα) entweder leer, und heissen dürre Klüfte. Oder

ββ) nicht leer. Und alsdenn enthalten sie

א) Wasser, Wasserklüfte. Bei diesen merken wir, daß das in ihnen enthaltene Wasser entweder schlechtes Tagewasser ist, so höchstens zum Aufschlagewasser bei Künsten, Puchwerken und Göpeln gebraucht werden kan; oder mineralisches Wasser, aus dessen Bestandtheilen man urtheilen kan, was vor Mineralien in dem Berge, woraus es fließt, enthalten seyn können. Oder

ב) gutes Erz, edle Klüfte.

3) Letten, Talg, Ocher oder Steinmark, Schmeerklüfte.

β) Der Grösse nach, sind sie

αα) nicht sehr lang, oder streichen nicht weit, sind auch dabei sehr schmal, und heissen Trümmer. Oder

ββ) sie streichen weit, sind auch breiter oder mächtiger, und haben ihr Hangendes und Liegendes. Eine dergleichen Kluft heißt ein Gang.

γ) Der Lage nach. Diese ist

αα) entweder unbestimmt, oder

ββ) läuft mit der Lage der Steinlager parallel, und bildet, wie die Flötze, eine Fläche, die aber hohl ist. Dieses heissen Flötzklüfte.

3) Ihren Nutzen. Die Klüfte geben 1) den mineralischen Ausdünstungen der Gebürge einen freien Ausgang. 2) Sie lösen die Steinart ab, und verschaffen denen Erzen ein freies Lager und Zubereitung, indem die mineralischen Dämpfe sich in ihnen samlen, und den Grund zur Erzeugung der Metalle legen. 3) Werden dadurch die sich in dem Gebürge sammelnde Wasser herausgelassen.

§. 24.

Gänge.

Von denen Gängen bemerken wir ihren Begriff, ihre Eintheilung, Einfassung, ihr Hängendes und Liegendes, nebst

ihrer Verbindung. Was aa) ihren Begriff anbetrift, so haben wir §. 23. schon gesehen, daß die Gänge zu den Klüften gehören. Es unterscheiden sich daher die Gänge von denen Flötzen hauptsächlich dadurch, daß die Flötze liegen und Lager sind, die Gänge aber stehen, und sind Klüfte. Von denen gemeinen Klüften unterscheidet sich aber ein Gang, weil er länger und mächtiger oder breiter ist, und nicht nur oben, sondern auch unten eine gehörige Breite besitzt, und daher ein Hangendes und Liegendes hat. Es sind also Gänge Klüfte, die unter einer gehörigen Dicke in die Länge streichen, mit einer von dem übrigen Gestein verschiedenen Bergart angefüllt sind, und ihr Hangendes und Liegendes haben.

bb) Ihre Eintheilung richtet sich nach ihrer Länge, Lage, Stärke und Inhalt.

α) Diese Länge ist

αα) ansehnlich, oder sie streichen weit: ordentliche Gänge. Oder

ββ) sie streichen nicht sehr weit: Mozige Gänge.

β) Die Lage der Gänge wird

αα) entweder der Sohle nach bestimmt.

Der Gang streicht der Sohle nach

1) Entweder zwischen der 12ten und 3ten Stunde. Dieses heißt ein stehender Gang.

2) Oder zwischen 3 und 6, ein Morgengang.

3) Oder

3) Oder zwischen 6 und 9, ein Spath-Gang.
4) Oder zwischen 9 und 12, ein flacher Gang.

ββ) Oder der Teüffe nach. Fällt der Gang in die Teüffe
1) zwischen 90 und 80 Grad, so heißt er ein Seiger-Gang.
2) Zwischen 80 und 60 Grad, ein donlegter Gang.
3) Zwischen 60 und 20 Grad, ein flachfallender Gang.
4) Zwischen 20 und 1 Grad, ein schwebender Gang, den auch einige Bergleute ein Flötz nennen. Wenn Gänge nur das oberste Steinlager durchsetzen, ohne in eine merkliche Teüffe zu fallen, so nennt man sie Tagegehänge. Diejenigen Gänge, so von Morgen gegen Abend streichen, heissen rechtfallende Gänge; widersinnige aber, die ihr Streichen von Abend gegen Morgen haben.

γ) Der Stärke nach. In dieser Absicht sind
αα) die Gänge entweder einige Lachter mächtig, und dieses sind Hauptgänge.
ββ) Oder sie sind nur schmal, und heissen Trömmer.

δ) Dem Inhalt nach enthalten sie

αα) entweder Erz, und heissen Erzgänge.

ββ) Oder blosses Gestein. Diese werden taube Gänge genannt.

cc) Ihre Einfassung. Der Gang hängt mit dem übrigen Gestein, wodurch er setzet, selten unmittelbar zusammen, er ist mit demselben durch eine besondere Einfassung verbunden, diese heißt das Saalband. Dieses Saalband ist entweder an die Bergart des Ganges angewachsen, und hängt mit derselben zusammen, oder es löst sich von derselben ab. Ist eine solche Ablösung mit Letten oder Erde und schmieriger Bergart angefüllt, so nennt man sie ein Besteg. Ist eine solche schmierige Bergart oder Besteg vor Ort, so heißt es ein Ausschram.

dd) Ihr Hangendes und Liegendes. Um den Begriff dieser Wörter recht aus einander zu setzen, und gehörig zu bestimmen, muß man die Lage des Ganges betrachten.

1) Ist der Gang flach oder donlegig, so heißt das Gestein, so über ihm liegt und gleichsam sein Dach vorstellt, oder hangen bleiben würde, wenn man den Gang wegnähme, das Hangende. Das Gestein, worauf der Gang stehet, oder was unter ihm liegt, heißt das Liegende. Ist der Gang merklich hoch, so theilt man die Höhe in zwei gleiche Theile, und rechnet den obern Theil, der dem hängenden am nächsten ist, mit zum hangenden, den untern aber zum liegenden.

den. 2) Ist der Gang seiger, so heißt der westliche Theil der hangende, der östliche das liegende. Die Bergleute drücken dieses so aus: wenn man das Gesicht nach Mitternacht kehre, so befinde sich das Liegende zur Rechten und das Hangende zur Linken. Zu mehrerer Erläuterung wollen wir uns in ab einen rechtfallenden Gang, der aber eine Donlege hat, vorstellen. Da dieser von Morgen gegen Abend streicht, so ist in c Morgen, in e Abend. Nun ist cd sein Liegendes und ef sein Hangendes. Man stelle sich vor, dieser donlegte Gang werde in einen Seigergang am verwandelt, so bleibt cd sein Liegendes und cf sein Hangendes, und daher ist das Liegende die Morgenseite, das Hangende die Abendseite. Tab. XXII. Fig. 10.

ee) Von ihrer Verbindung mit andern und zufälligen Veränderungen wollen wir hier nur folgende Hauptfälle bemerken. 1) Wenn der Gang mächtiger oder breiter wird, so sagt man: er wirft einen Bauch, a. 2) Wird ein Gang durch einen tauben Gang cb aus seiner Stunde gebracht in b, so sagt man, er werde verdruckt. 3) Geht er hernach in gm in seiner Stunde wieder fort, so wirft er einen Haaken. 4) Verliert sich der Gang im Gebürge, so setzt er ab, oder er hat sich ausgekeilt. Zerstreuet er sich in Trümmer, so zertrümmert er sich. Geht er am Ende des Gebürges zu Tage aus, so blühet Tab. XXII. Fig. 11.

er

er am Tage. Die Gänge pflegen zwar die Damm-Erde nicht selbst durchzusetzen, sie thun dieses aber durch Geschiebe, oder Steine, die gleichsam durch die Damm-Erde durchgeschoben werden. 5) Durchschneiden sich zwei Gänge dw und kl, so geben sie sich das Kreutz. Tab. XXII. Fig. 12. Geschieht dieses wie in hi, unter einem rechten Winkel, so geben sie sich das rechte Kreutz. Durchschneiden sich viele Gänge unter spitzen Winkeln, wie ab, cd, ef, so sagt Tab. XXII. Fig. 12. man: sie schaaren sich. 6) Streichen aber solche Gänge neben einander her, ohne sich Tab. XXII. Fig. 13. zu vereinigen, so schleppen sie sich. Wenn hingegen zwei oder mehr Gänge ab und cd sich unter einander so vereinigen, daß man ihr Streichen und ihre Saalbänder nicht mehr von einander unterscheiden kan, so sagt man: sie rammeln sich. 7) Wenn sich einige Gänge so vereinigen, daß sie 7 Lachter mächtig werden, ohne weit vorwärts zu streichen, so heißt es ein **Stockwerk.** Sie entstehen mehrentheils aus dem Durchsetzen vieler Gänge und Flötze an einem Ort, haben weder Hangendes noch Liegendes, und gehen grösstentheils in die Teüffe.

§. 25.

Nester.

c) Das Erz bricht auch oft in Nestern. Von diesen merken wir uns aa) den Begriff. Sie sind mit Erz angefüllte einzelne Klüfte, die

die kein Streichen, kein Hangendes und Liegendes haben. bb) Ihre Eintheilung. Sie liegen α) entweder ganz einzeln und unterbrochen, oder β) sie entstehen durch die Durchschneidung einiger Gänge, doch ohne sehr mächtig zu seyn. Sie erhalten alsdenn den Namen Nieren. Und man sieht daher, daß eigentlich Stockwerke grosse Nieren sind.

Anmerkung. Man findet ausser den Nieren oft einzelne Stücken fremdartiges Gestein in den Gebürgen, in welchem sich oft Erz findet. Und dieses heissen Geschiebe. Sie erhalten ihren Namen daher, weil sie von andern Gebürgen durch Wasserfluthen vermuthlich dahin sind geschoben worden. Sie liegen gemeiniglich in oder unter der Damm-Erde.

§. 26.

Seifen.

d) Endlich trift man auch Metall in den Seifen an, wovon wir aa) den Begriff merken. Es sind dieses einzelne kleine Erzstücken in der Grösse von Bohnen oder Erbsen, und drunter, die in einer mit der Oberfläche der Erde parallelen Lage, mit Erde oder Letten vermischt liegen, und ausgewaschen werden müssen. bb) Den Ort. Sie liegen unter der Erde, da wo Gebürge angehen, oder zwischen den Gebürgen in Thälern. Oft liegen Lager von Letten über ihnen. Sie beste-

bestehen grösstentheils aus gediegenem Golde, Zinngraupen, Eisenkörnern, auch Granaten.

B. Wie die Bergwerke anzulegen sind.

§. 27.

Einleitung.

Wir haben hier zweierlei zu erklären, wir müssen 1) die Anlegung des Bergwerks angeben, und 2) zeigen, was vor Hindernisse beim Bergbau vorkommen, und wie dieselben wegzuschaffen sind.

1. Anlegung des Bergwerks.

§. 28.

A) Einrichtung überhaupt.

Zu der Einrichtung des Bergwerks überhaupt, gehört a) die allgemeine Eintheilung desselben, b) die Officianten und Bedienten, und c) die Gebäude.

a) Allgemeine Eintheilung des Bergwerks. Eine Gesellschaft von Personen, die Zubusse zum Bergwerk geben, und Antheil an der Ausbeute haben, heißt eine Gewerkschaft. Das Ansuchen, die Erlaubniß zum Bau bei der Landesobrigkeit zu erhalten, heißt das Muthen. Der Raum, der ihnen zu bearbeiten erlaubt wird, heißt die Zeche. Die ganze Zeche wird in 128 gleiche Theile getheilt, und dieser hundert und acht und zwan-

zwanzigste Theil wird ein Kux genannt. Vier Kuxe machen einen Stramm. Zwei und dreißig Kuxe eine Schicht. Ein Stück 7 Quadrat Lachter groß ist ein Lehn. Zwei Lehne machen eine Maasse. Sechs Lehn, oder ein 42 Lachter langer und 7 Lachter breiter Raum, ist eine Fundgrube. Ein Kux gehört allezeit dem, auf dessen Grund und Boden die Zeche liegt, und heißt der Erbkux. Die Ausmessung der Zeche heißt das Verschnüren; die Steine, wodurch die Gränzen einer Zeche bestimmt werden, die Lochsteine, und die Bestimmung der Gränze, durch Setzung der Lochsteine, heißt das Verlochsteinen.

b) Die Officianten. Die Oberaufsicht über das gesamte Bergwerk und Hüttenwerk führen der Oberberghauptmann und Berghauptmann. Alle übrige Officianten theilen sich in die Officianten beim Bergbau und beim Hüttenwerk.

aa) Beim Bergbau sind der Zehndtner, der Bergmeister, der Bergschreiber, der Einfahrer, der Markscheider, der Geschwohrne, der Schichtmeister, der Ober- und Untersteiger, die Knappen. Ihre Kleidung besteht in einem Grubenkittel, Arschleder, Kniebiegel, Schachthüthchen. Die Officier tragen Hirschfänger, die ältesten Bergknappen tragen Säbel.

bb) Beim

bb) Beim Hüttenwerk sind der Oberhüttenverwalter, Oberhüttenreuter, der Guardein, der Hüttenactuarius, Oberhüttenmeister, der Hüttenschreiber, die Hüttenmeister, die Abtreiber und Schmelzer. Diese haben in ihrer Kleidung weder Arschleder, noch Kniebiegel, sondern eine Kappe und ein Schurzfell.

c) Die Gebäude. Diese dienen 1) bloß zur Bedeckung der Schachte, damit der Regen davon abgehalten werde, und heissen Kauen. Es sind nur bretterne Hütten
Tab. XXIII. Fig. 1. mit einer Art von Pultdach, wie ab. 2) Bei Treibschachten werden hölzerne unten breite und oben spitze Hütten in Form eines Kegels erbauet, man nennt sie Göpel. 3) Alle übrige Häuser, worin Bergofficianten wohnen, oder Instrumente (Gezähe) verwahret werden, heissen Zechen oder Huthhäuser.

§. 29.

B) Besondere Einrichtung.

Einleitung.

Die Arbeiten auf dem Bergwerk sind von mancherlei Art, sie gehören theils zum Bergbau, theils zum Hüttenwerk. Unserm Endzweck sind die ersten eigentlich gemäß, doch werden wir die chymischen Arbeiten nicht ganz übergehen, sondern davon so viel vortragen, als sich physicalisch erkennen läßt. Bei denen Arbeiten haben wir viererlei zu bemerken.

ken. 1) Die Entdeckung der Gänge, oder die Vorarbeit. 2) Die Arbeiten unter der Erde. 3) Die Förderung oder Herausschaffung des gewonnenen Erzes, und 4) die Bearbeitung des zu Tage geschafften Erzes, wobei die Hauptgründe von dem Schmelzen und Probieren aus der Docimastic beigebracht werden sollen.

§. 30.

1) Entdeckung der Gänge. Ueberhaupt.

Die Untersuchung zur Erkentniß der innern Beschaffenheit des Gebürges, und die davon abhangende Entdeckung der Gänge kan auf eine zwiefache Art angestellt werden. Entweder durch allgemeine Betrachtung des Gebürges, oder durch besondere Arbeiten. Zu der aa) allgemeinen Betrachtung der Gegend und des Gebürges gehört α) die Beobachtung der äussern Lage und Beschaffenheit des Gebürges, ob es sanft oder steil und stücklich ist, ob aus demselben mineralische Wasser entspringen, ob Steinkohlen in der Nähe desselben sich befinden, u. d. β) Die Untersuchung, ob nicht sonst schon daselbst gebauet worden. Dieses erkennet man 1) aus denen daselbst noch befindlichen freiliegenden Hollen. Dieses sind Haufen ausgestützten Erzes, welche man wohl auszuklauben hat, weil sich oft durch die darin gefundenen metallischen Theile der Inhalt der

Berge bestimmen läßt. 2) Aus denen Bingen oder Fingen. Dieses sind Vertiefungen auf der Oberfläche der Erde, die aus eingestürzten Schachten oder niedergegangenen Grubenarbeiten entstehen. 3) Endlich erkennt man mit Gewißheit den vorhin da betriebenen Bergbau, aus denen noch stehenden Kauen und noch vorhandnen Oeffnungen der Stollen.

§. 31.

Insbesondere. Bergbohrer. Schürfen. Suchstollen.

bb) Hat man aus den allgemeinen Kennzeichen eine gegründete Vermuthung einer guten Ausbeute; so untersucht man die innere Beschaffenheit des Gebürges durch den Bergbohrer, durchs Schürfen und durch Suchstollen.

Tab. XXIII. Fig. 2.

α) Der Bergbohrer besteht, wie ein gemeiner Bohrer, aus dem Heft a, der Stange bd, und dem Zwicker de. Nur muß die Stange aus verschiedenen Stücken bc, cf, fd. u. s. w. bestehen, die insgesamt an einander geschraubt werden können, und deren man immer mehrere anschrauben und abnehmen kan, um den Bohrer nach Belieben zu verlängern oder zu verkürzen, je mehr oder weniger man in die Teufe kommt. Die weitläuftige Beschreibung dieses nützlichen Instruments, und des Mechanismi, wie er bequem gedre-

gedrehet und herausgezogen werden könne, kan man in J. C. Lehmanns Beschreibung eines Bergbohrers nachsehen. Der Hauptvortheil des Bohrers besteht darin, daß man dadurch ohne grosse Kosten die Beschaffenheit der Stein- und Erdlager erfährt, und daher den Inhalt des Gebürges bestimmen kan.

β) Es wird ferner ein Gebürge untersucht durch Schürfen. Einen Schurf werfen oder schürfen heißt, wenn man von Tage in ein Gebürge einschlägt, um nach Gängen zu suchen. Es wird zu dem Ende erst die Damm-Erde weggeräumt und das Gestein entblößt. In dieses Gestein arbeitet man immer nach der Teufe ein, räumt Erde und Berg so lange mit Körben aus, als es die Arbeiter erreichen können. Geht der Schurf mehr in die Teufe, so wirft man Kübel und Seil ein, und setzt Haspeln. Das milde Gestein wird durch Keilhauer und Schrämhammer gewonnen. Weiter in der Teufe aber muß bei festerem Gestein, Eisen und Schlägel gebraucht werden.

γ) Noch mehr wird das ganze Gebürge aufgeschlossen durch Suchstollen. Man führt unten am Gebürge eine Rösche oder Graben von bestimmter Tiefe. Dieser wird ins Gebürge durch einen Stollen fortgesetzt. Es ist dieses ein fast sohlig ins Gebürge getriebe-

ner Gang, wovon weiter unten gehandelt werden soll.

§. 32.

2) Die Arbeiten unter der Erde.

Hier müssen wir zuerst zeigen, was man vor Oeffnungen im Gebürge macht, um unter die Erde zu gelangen; und hernach, wie die Arbeiten unter der Erde zu Gewinnung des Erzes angestellt werden. Alle Oeffnungen, welche man im Gebürge macht, um unter die Erde zu gelangen, heissen überhaupt Gruben. Diese Oeffnungen gehen entweder in die Teufe, sind viereckt, und heissen Schachte; oder sie sind fast sohlig, und werden alsdenn Stollen genannt.

§. 33.

Schachte.

Bei den Schachten merken wir a) ihre **Erklärung.** Es sind viereckte Gruben, die in die Teufe gehen, um dadurch etwas herein zu schaffen oder herauszufördern. b) Ihre **Eintheilung.** Sie werden nach dem Unterschied der Richtung, des Orts und des Gebrauchs in verschiedene Classen getheilt.

aa) Der Richtung nach sind die Schachte entweder

1) seiger oder senkrecht: Seigerschacht. Oder

2) schief

2) schief: flacher Schacht, oder dongelegter Schacht.

bb) Dem Orte nach gehen sie

1) von Tage herein: Tageschacht. Oder

2) sie gehen aus einer unter der Erde getriebenen Strecke weiter in die Teufe: Bremschacht.

cc) Dem Gebrauch nach, wird

1) Wasser herausgeschafft: Kunstschacht.

2) Oder er ist bloß zum Einfahren bestimmt: Fahrschacht. Oft ist ein Schacht zugleich ein Fahr- und Förderschacht.

3) Oder es wird das gewonnene Erz durch Haspeln zu Tage herausgeschafft oder gefördert: Förderschacht.

4) Schafft man aber das Erz durch ein Treibwerk und Göpel zu Tage: Treibschacht.

5) Wird dadurch frisches Wetter in die Grube gebracht: Wetterschacht.

c) Der Gebrauch der Schachte besteht hauptsächlich darin, daß man aa) dadurch bequem unter die Erde gelange oder einfahre, um das Erz daselbst zu gewinnen, auch andere zum Bergbau nöthige Sachen, Zimmerholz, Steine u. d. in die Grube schaffen könne. Das Einfahren geschieht auf eine zwie-

fache Art, α) entweder durch Farthen. Dieses sind 12 Ellen lange Leitern, deren so viele als nöthig mit einander verbunden werden. Eine jede ist mit 24 Farthsprossen versehen. β) Durch das Seil. Dieses ist an der Haspel fest und mit einem Knebel versehen, auf welchen sich der Bergmann mit seinem Grubenlicht setzt, und so heruntergelassen wird.

bb) Durch eben diese Schachte wird aber auch das gewonnene Erz herausgefördert.

§. 34.

Stollen.

Auch hier haben wir a) den Begriff festzusetzen. Stollen sind Gänge, die fast sohlig ins Gebürge geführt werden. Sie haben des Wassers wegen einiges Gefälle oder Rösche, welches auf 100 Lachter etwa $\frac{1}{4}$ Lachter beträgt. b) Ihre Eintheilung macht man

aa) Der Lage nach.

1) Fangen sie hoch im Gebürge an, so heissen sie Tagestollen.

2) Die am tiefsten anfangen, nennt man Erbstollen.

bb) Dem Gebrauch nach.

1) Man sucht dadurch Gänge zu entdecken: Suchstollen.

2) Man leitet dadurch Wasser ab: Tagestollen.

3) Treibe

3) Treibt man sie durch das ganze Gebürge, um es aufzuschliessen: Hauptstollen.

c) Ihre Einrichtung ist folgende: Der erste Anfang des Stollens ist ein Graben (Röschе). Wenn dieser Graben im Gebürge unterkriecht, so wird der Gang mit Thürstöcken und einer Kappe versehen, auch Thüren eingehängt. Sollen sie Wasser ableiten, so wird in der Mitte des Stollens ein Kanal geführt (die Wasserseige), und mit Brettern bedeckt. Dieses heißt ein Trekwerk oder Trägwerk. In denen Hauptstollen werden zu besserer Aufschliessung des Gebürges seitwärts Gänge getrieben, diese heissen Flügelörter.

§. 35.

Arbeiten zur Gewinnung des Erzes.

Ist man nun durch Schachte unter die Erde gekommen, (§. 33.) so wird nun die Arbeit zur Gewinnung des Erzes angestellt. Wir haben hier a) zu zeigen, wie das Erz gewonnen, und b) wie man die Strecken unter der Erde fortsetzt, und wie das gewonnene Erz bis zu dem Schachte gebracht wird. a) Ist man durch gehörige Abteufung des Schachtes auf edle Gänge gekommen, so werden unter der Erde nach der Lage des entblößten Ganges Strecken getrieben. Man gewinnt das Erz in den Strecken auf eine vierfache Art,

durch Keilhauen, durch Schlägel, durch Feuersetzen, und durch Schiessen. aa) Bei sehr lockerm gerolligen oder gebrechlichen Gestein, bedient man sich bloß der Keilhauen. Dieses ist ein spitzer Hammer mit einem langen hölzernen Stil (n. 1.). Hier ist der Häuer im Stande, die Keilhaue in das Gestein zu treiben und dasselbe alsdenn loszubrechen. bb) Bei festerem Gestein wird Schlägel und Eisen gebraucht. Es sind dieses zwei Hammer, wovon der eine vorne spitz ist. (n. 2.) Dieser heißt das Eisen, oder Bergeisen. Der zweite (n. 3.) hat eine breite Bahn und ist sehr schwer. Er heißt der Schlägel oder Fäustel. Das Eisen wird auf das Gestein mit der linken Hand festgehalten, und mit der rechten Hand schlägt der Häuer mit dem Schlägel auf das Eisen, und treibt es solchergestalt in das Gestein mit Gewalt herein. Oft, wenn das Gestein sehr fest ist, werden zwei Personen erfordert, deren die eine das Eisen fest hält, die andere aber mit dem Fäustel mit beiden Händen aufschlägt. cc) In Stockwerken und bei gar zu festem Gestein, welches sich mit Schlägel und Eisen nicht will gewinnen lassen, oder doch die Arbeit damit nur sehr langsam von statten geht, pflegt man, wiewohl selten, es durch Feuersetzen zu bezwingen. Es wird sehr trocken Holz in denen Strecken angezündet, und dadurch das Gestein locker gebrannt,

Tab. XXIII. Fig. 3.

daß

daß es sich hernach durch Schlägel und Eisen leicht vollends gewinnen läßt. Es muß aber dabei genug Wetter oder Luft zum Zuge seyn, damit der Rauch gehörig herausgeführt werde. Ein Klumpen durchs Feuer mürbe gebranntes Erz heißt eine Schaale Erz. Weil dieses sehr langsam geht, auch viel Holz kostet, so bedient man sich lieber des Schießpulvers, und gewinnt das Erz dd) durch Schiessen. Es wird nemlich am Ende der Strecke, wo die Arbeit fortgesetzt werden soll, eine kleine Mine angelegt und das Gestein gesprengt. Zu dem Ende wird in das Gestein ein 30 bis 40 Zoll tiefes Loch gebohrt, in dieses Loch die Patrone gesteckt und die Oeffnung verküttet. In ein in der Verküttung eingeschlagenes und durchbohrtes Holz wird ein Lauffeuer gemacht, und an dessen Ende ein zusammengedreheter Schwefelfaden (Schwefelmännchen) angehängt und so die Mine angezündet. Durch einen solchen Schuß wird nicht nur viel Gestein aus einander gesprengt, welches hernach leicht zerschlagen werden kan, sondern das übrige wird mürbe gemacht, daß es leichter gewonnen werden kan.

b) Bei der Fortsetzung der Strecken oder unter der Erde gearbeiteten Gänge, merken wir aa) einige Benennungen. Der obere Theil oder die Decke der Strecke heißt die Firste, der untere Theil die Sohle. Die

Stufen, auf welchen man das Erz aushauet, heissen Strossen. Auf eine solche Strosse rechnet man $1\frac{1}{2}$ Lachter Länge, die Höhe ist verschieden, doch muß sie nicht unter $\frac{1}{2}$ Lachter seyn. bb) Die Art, wie man in den Strecken arbeitet. Man verfährt hier auf eine dreifache Art. α) Entweder der Häuer arbeitet über sich, dieses heißt die Firstenarbeit, weil man in der Firste der Strecke das Gestein losbricht. Es geschieht dieses entweder bei Durchschlägen, wo man einen Stollen mit einer Strecke oder zwei unter einander liegenden Strecken verbinden, oder ein oberes Gesenke aufs kürzeste erschlagen will, oder weil der Erzgang eine Richtung gerade in die Höhe nimmt, der man nacharbeiten muß. In dieser Firstenarbeit werden auch oft Strossen aber verkehrt gehauen, wie
Tab.XXIII. Fig. 4. n. 2. anweiset. Oder β) die Strecken werden gerade nach der Sohle fortgesetzt. Dieses geschiehet, indem die Strecke am Ende durch ausgehauene Strossen stufenweis fort-
Tab.XXIII. gesetzt wird. Es sind deren gemeiniglich 2
Fig. 4. bis 3 hinter einander in a, b, c. auf deren jeder ein oder zwei Häuer neben einander arbeiten. So wie der Häuer in d fortarbeitet, so rücken die auf den Strossen in a, b und c sitzende Häuer auch weiter fort. Das Ende der Strecke heißt das Ort. Daher sagt man: vor Ort arbeiten, vor ganz Ort kommen ꝛc. Die Häuer arbeiten auf den Strossen entwe-

der

der über Eisen; dieses geschieht auf allen schon gehauenen Strossen, die nur fortgesetzt werden. Oder unter Eisen; dieses geschieht allezeit vor Ort. Im ersten Fall stufet er gegen sich zu los auf der Strosse, über welcher er sitzt, im zweiten aber hauet er das Gestein vor sich von oben nieder. Oft läßt man in den Strecken die Sohle nach und nach anlaufen, oder höher steigen, als es die Nothwendigkeit, dem Wasser ein freies Gefälle zu geben, erfordert. Und man sagt alsdenn: man habe sich mit dem Ort überhauen. Oft werden die Strossen um den Gang herum auf der Seite gehauen, um zwischen dem Gang und dem festen Gestein Raum zu gewinnen. Dieses heißt verschrämen oder Schram hauen. γ) Die dritte Arbeit ist das Absenken und Abteufen, da man unter sich arbeitet. Hier heißt das erste Tagewerk, das der Häuer macht, das Vorgesümpfe, und die übrigen, das erste, zweite Tagewerk u. s. w. vom Vorgesümpfe herein. Diese Arbeit stellt Fig. 4. n. 3. vor.

Die Zeit, worin man in den Bergwerken arbeitet, heißt die Schicht, bei deren Anfang der Bergmann einfähret, und bei deren Ende er ausfährt. Die längste Schicht ist 12 Stunden, und heißt die Kurschicht. Die gewöhnliche ist von 8 Stunden und wird in die Frühschicht von Morgen bis Mittag, die Tageschicht von Mittag bis Abend, und

die

die Nachtschicht von Abend bis zum Morgen getheilt. Die Aufsicht darüber führt der Schichrmeister, und das Zeichen darzu wird durch Anläuten oder Pochen gegeben.

c) Das gewonnene Erz wird bis zu den Treib- und Förderschachten geschafft, 1) durch Erztröge, oder Mulden, die getragen werden. 2) Durch Schubkarren. 3) Durch Hunde. Dieses sind vierrädrige Karren, die durch Bergleute gezogen werden.

§. 36.

3) Förderung des gewonnen Erzes.

Ist das Erz auf die erst beschriebene Art bis zu den Schachten gebracht, so wird es entweder a) in denen Förderschachten durch eine Haspel in Kübeln in die Höhe gezogen und gefördert, oder b) es geschieht in den Treibschachten durch Pferde und Wassergöpel, von deren Einrichtung bei dem Maschinenwesen weitläuftiger gehandelt werden soll.

§. 37.

4) Bearbeitung des zu Tage geschafften Erzes.

Da die Theile des Metalls mit dem Gestein in den Erzen genau verbunden sind, so ist es nöthig, sie a) von einander abzusondern, b) die abgesonderten metallischen Theile zu vereinigen, und da grösstentheils verschiedene Arten der Metalle mit einander verbunden sind, als Blei und Silber, Kupfer und

Sil-

Silber, so müssen diese c) von einander geschieden werden.

§. 38.

a) Absonderung des Metalls vom Gestein.

Dieses erhält man durchs Sortiren, Zerschlagen mit dem Scheideisen, Pochen, und Waschen. So bald nemlich das Erz zu Tage gefördert worden und die Kübel ausgestürzt sind, muß das Erz aa) sortirt werden. Das ganz taube Gestein wird auf Hollen geworfen, das übrige wird wieder sortirt, und das edelste zurückgelegt, das übrige aber bb) auf die Scheidebank geliefert. Hier wird es durch breite und schwere Hammer (Scheideeisen) zerschlagen oder geschieden. Dieses geschiedene Erz wird durch die Klaubejungen ausgeklaubt, das beste und edelste besonders aufgehoben, das übrige aber, welches noch mit vielem Berg vermischt ist, wird cc) auf das Puchwerk geliefert, welches wir unten weitläuftiger beschreiben werden. Hier wird es entweder trocken gepocht, als Glimmer, Talk und andere gute Geschicke, oder man pocht es naß, das heißt, es wird in den Puchtrog Wasser durch ein eigen Gerinne gelassen. Der Boden des Troges hat einiges Gefälle, wodurch das Wasser abfließt. Wenn daher das Vorsatzblech geöffnet wird, so wird das Wasser in das Schosgerinne gelassen, und dadurch in die Schlamgruben

gruben abgeführt. Das gepuchte Erz heißt Schlich. Der beste Schlich, der auf dem ersten Gefälle liegen bleibt, wird Hedel genannt. Auf einigen Bergwerken wird das geschiedene Erz durch Siebe, Durchwürfe und Räder geworfen. Ist nun das Erz zerschlagen, so werden die metallischen Theile von dem Gestein dd) durchs Waschen auf dem Wasch- und Planheerd abgesondert. Der Waschheerd besteht aus einer von
Tab. XXIII. Fig. 5. Brettern gemachten schiefen Fläche abcd. Die Bretter desselben sind queerüber mit Kerben oder Einschnitten versehen. Man stürzt das gepuchte Erz auf diesen Waschheerd, und gießt entweder Wasser mit Eimern darüber, oder es wird in einem eigenen Gerinne ef darauf geleitet. Indem das Wasser über diese schiefe Fläche herunter fließt, so schwemmt es das zerstossene Gestein als einen leichtern Körper herunter, der gute Schlich aber bleibt seiner Schwere wegen in den Kerben liegen. Der Planheerd ist auch eine schiefe Fläche von Holz. Er wird aber mit Planen von Zwilch überzogen, in diese Planen setzt sich beim Abspülen ebenfalls der gute Schlich. Während des Abspülens wird das Erz auf dem Wasch- und Planheerd beständig langsam mit der Krücke umgerührt. Die Planen werden hernach von dem Heerd abgenommen und in den Schlichfässern ausgewaschen oder ausgeflauet, der gesammelte

gute

gute Schlich wird in die Erzkammer geliefert.

§. 39.
Röstен.

Durch die bisher beschriebene Bearbeitung des Erzes, werden die groben Steintheile zwar zum Theil von dem Metall abgesondert; da aber noch flüchtige mineralische Theile damit verbunden sind, so muß zu deren Absonderung das Erz ee) geröstet werden. Wir bemerken von dieser Operation

α) die Nothwendigkeit des Röstens. Es werden die Erze aus einer doppelten Ursache geröstet, ehe man zum Probiren und Schmelzen fortschreitet. Einmahl befindet sich bei allen Erzen ein gewisses flüchtiges arsenicalisches Wesen. Dieses flüchtige und würksame Wesen scheint zur Erzeugung der Metalle nothwendig zu seyn. Da dieses Wesen mit den metallischen Theilen sehr fest verbunden ist, so raubt es einen Theil desselben beim Schmelzen, indem es die metallischen Theile durch den grossen Grad der Hitze beseelt, auflöst und mit sich flüchtig macht. Durch einen gewissen Grad der Wärme, der aber zum Schmelzen nicht hinreichend ist, wird dieses Wesen flüchtig, löst sich in einen Rauch auf und verfliegt, ist aber nicht im Stande die metallischen Theile mit sich zu nehmen, weil diese noch zu stark unter einander zusammenhangen, und diese Verbindung durch das zu

schwe-

schwere Feuer des Röstens noch nicht aufgehoben ist. Dieser Grad der Wärme wird dem Erz beim Rösten gegeben, und dadurch das arsenicalische und schwefligte Wesen vertrieben, und aus diesem Grunde ist das Rösten nothwendig. Es ist aber auch zweitens mit dem Metall viel hartes und unartiges Gestein, Blende, Spath, Hornstein verbunden, welches durchs Rösten todt gebrant mürbe gemacht, und dadurch fähig wird, sich beim Schmelzen leichter zu verschlacken. Und auch hieraus sieht man die Nothwendigkeit des Röstens leicht ein. β) Die Umstände des Röstens. Es geschieht das Rösten auf eine zwiefache Art, entweder unter freiem Himmel, oder in einem verschlossenen Raume.

Tab. XXIII. Fig. 6. 1) Unter freiem Himmel geschieht es auf dem Röstheerd. Dieser ist vorne und oben offen, hinten aber und auf beiden Seiten zugemauert. Vorne in ab ist nur eine kleine niedrige Mauer, und der Boden wird mit Leim ausgeschlagen, oder mit Schlacken ausgefüllt, und hernach mit Ziegelsteinen belegt. Auf den Seiten in c und d bleiben einige Luftlöcher zum Zuge. Hierin wird das Röstbette aus 5 Ellen langen Holzstücken bereitet, und auf dasselbe das Erz mit dem Zuschlage gelegt, und das Holz darauf angezündet. Man nennt aber Zuschlag alles, was man dem Erz beim Rösten und Schmelzen zusetzt, um beides zu befördern. Dahin gehört der Schwe-

fel-

felkieß. Beim Rösten befreiet sich die hierin befindliche Schwefelsäure, durchdringt die metallischen Theile, und macht sie zur Absonderung von den Schlacken geschickter.

2) Soll aber beim Rösten der aufsteigende mit Schwefel und Arsenik angefüllte Dampf aufgefangen werden, so wird ein Dach über den Heerd gebauet. abcdef stellt den Durchschnitt des ganzen dazu eingerichteten Gebäudes vor. Auf den ausgemauerten Fußboden df wird das Röstbette angelegt. Der aufsteigende Rauch fängt sich in dem Dach abc und zieht durch die Feuermauer hi heraus. An die festen Theile hängt sich bei dieser Sublimation der Arsenik oder Hüttenrauch an. Man setzt auch in eg viereckte oben offene mit Wasser angefüllte Gefässe hin, über welche der Rauch in ci wegzieht, und bei Berührung mit dem Wasser die Schwefeltheile sich niederschlagen, und in dem Wasser aufgefangen werden. Bei einigen Erzen muß dieses Rösten etlichemahl wiederholt werden. Ja einige Erze werden schon etwas geröstet, ehe sie auf das Puchwerk kommen, um das harte Gestein brüchiger zu machen, daß es sich leichte zerschlagen lasse. Auf einigen Bergwerken können gewisse strenge Erze durchs blosse Rösten noch nicht gehörig bezwungen werden, daher werden sie erst noch in Brennöfen gebrannt und dadurch zum Schmelzen geschickter gemacht. Tab. XXIII. Fig. 8.

Eberh. Neue Beitr. zur Math. adpl. T §. 40.

§. 40.

Probieren.

Sind nun die metallischen Theile von dem groben Berg und flüchtigen Schwefel und arsenicalischen Theilen befreiet, so müssen sie b) durch das Schmelzen wieder unter einander dergestalt verbunden werden, daß sie einen festen zusammenhangenden Körper ausmachen, und zum Gebrauch bequem werden. Ehe aber das Schmelzen selbst vorgenommen wird, muß das Erz erst probierr werden, um die Menge des darin enthaltenen Metalls zu bestimmen, und zu erfahren, ob es sich auch der Mühe verlohne, die Kosten an dessen weitere Aufbereitung zu wenden. Bei dieser Operation müssen wir aa) das Probiergewicht angeben, und denn bb) die Probe selbst erklären.

aa) Das Probiergewicht. Dieses wird folgendergestalt eingetheilt,

1 Pfund hält 2 Mark
1 Mark — 16 Loth
1 Loth — 4 Quentchen
1 Quentchen — 4 Pfennige
1 Pfennig — 2 Heller.

Diese Pfennige heissen Richtpfennige, und werden in 256 gleiche Theile getheilt. Von solchen Theilen enthält daher der Heller 128, das Quentchen aber 1024 Ein solches Quentchen heißt beim Probieren ein Probier-

bier-Centner. Daraus entsteht folgende Tabelle.

1 Centner beträgt 1 Quentl. oder 1024 Theile.
50 Pfund betragen 2 Pfennig — 512 —
25 — — 1 — — 256 —
12½ — — 1 Heller — 128 —

Nimmt man also zur Probe ein Quentchen Erz, so sagt man, es sey ein Centner probiert worden. Und da man voraussetzt, die metallischen Theilchen wären im Erz gleichmäßig verbreitet, so schließt man aus der Verhältniß des Metalls zu den Schlacken in dem Probier-Centner oder Quentchen, auf die Menge der Theile in einem würklichen Centner oder 100 Pfunden, und erfährt also dadurch den Gehalt des Erzes.

bb) Das Probieren selbst. Man nimmt einen oder mehr Probier Centner Erz, und schmelzt es mit dem gehörigen Zusatz in einem Tiegel, durch die Hitze wird Stein und Metall flüßig. Da nun aber die Theile des Metalls specifice schwerer sind als die flüßigen Steintheile, so setzen sie sich ihrer Schwere wegen unten, die geschmolzenen Steintheile aber über dieselben. Das Metall, so sich unten im Tiegel gesetzt, wird beim kalt werden fest, und bekommt die eigentliche metallische Consistenz, der geschmolzene Stein aber verschlackt sich oben zu Glase. Diese Schlacke läßt sich leicht von dem Metall durchs Schlagen absondern, und so bald dieses ge-

schehen, wird das Metall nach dem Richtpfennig abgewogen. Aus diesem abgewogenen Metall des Probier-Centners, schließt man nun auf den Gehalt des Erzes im Grossen. Gesetzt, ein Probier-Centner Erz gebe bei der Probe 210 Theile Metall, so schließt man: so wie der Probier-Centner, der 1024 Theile hat, sich zu dem würklichen Centner von 100 Pfund verhält; so verhält sich der Inhalt des Probier-Centners nach dem Richtpfennig, zum Inhalt des Metalls im Erze nach Pfunden. Es sey die gesuchte Anzahl der Pfunde des Metalls im Erz = q. In unserm Fall

$$1024 : 100 = 210 : q.$$

$$q = \frac{100}{1024}$$

21000. Dieses dividirt durch 1024 giebt $20\frac{520}{1024}$ Pfund Metall im Centner Erz.

§. 41.

Schmelzen.

Ist die Probe gut ausgefallen, so erfolgt nun das Schmelzen im Grossen. Hier bemerken wir aa) die Oefen. Deren giebt es drei Arten. Hohe Ofen, krumme Ofen und Stichofen. Die hohen Oefen sind gemeiniglich 9 Ellen hoch, oben schmaler als unten, und mit einer Treppe versehen. Man hat davon zwei Arten. Einige sind mit einem Spor oder Spur von Sandstein,

andere mit einem oder zwei Augen oder Oeffnungen, und heissen Brillöfen, dergleichen man im Mansfeldischen und in Ungarn zum Schmelzen der Kupfererze gebraucht. Krumme Ofen sind um 4 Ellen niedriger als die hohen Ofen, und fassen daher zum Schmelzen weniger Erz, werden auch in Freiberg wenig gebraucht. Sonst haben sie ihren Stich, Sohlenstein, Abzug und Stichheerd. Stichöfen sind nur 4 Ellen hoch, eine Elle lang und breit, und werden nur zu Bleierzen und reichhaltigen Erzen gebraucht. Hingegen zu Steinerzen können sie nicht leicht gebraucht werden. Ausser diesen sind die Triebofen und Windofen. Alles dieses sind Schmelzofen. Sonst giebt es auch noch Darröfen zum Darren des Kupfers, imgleichen Cementöfen zum Cementiren, und Brennöfen, worin die Erze nur gebrant und zum Schmelzen vorbereitet werden.

bb) Das Schmelzen selbst. Man hat hierbei hauptsächlich eine dreifache Absicht, einmahl muß das Erz leicht flüßig gemacht, zweitens das Metall vereinigt, und drittens demselben die feste dichte metallische Consistenz gegeben werden. α) Das erste wird bei schwerflüßigen Erzen durch die Zuschläge erhalten. Dergleichen sind 1) leichtflüßige Schlacken und Gestein. 2) Viele an sich strengflüßige Gesteine werden leichtflüßig durch den Zuschlag anderer strengflüßigen Gesteine.

3) Oft vermehrt die Vergattirung verschiedener Sorten von Kupferschiefer das leichtere Fliessen der Erze. β) Die Vereinigung der metallischen Theile und ihre völlige Absonderung von den Schlacken geschieht durch ihre eigene besondere Schwere und ihren Zusammenhang. Vermöge ihres Zusammenhanges vermischen sich geschmolzene Metalle mit keinen irdischen und Steintheilen, sondern werfen sie von selbst heraus. Vermöge ihrer besondern Schwere aber setzen sich die geschmolzenen Metalltheile unten, und die leichtern Schlacken oben, und sondern sich also von selbst von einander ab. γ) Erhalten die Metalle die feste dichte Consistenz durch Wiederersetzung des brennbaren Wesens, welches sie verlohren hatten. Dieses brennbaren Wesen (phlogiston) steckt besonders in den Kohlen. Daher müssen die Kohlen das Erz unmittelbar berühren, so geht das Brennbare derselben in das Metall über.

§. 42.

Abtreiben und Saigern.

Oft steckt ein Metall im andern, und beide schmelzen in einer Masse zusammen. Besonders steckt das Gold im Silber, das Silber aber im Kupfer und Blei. Diese müssen also c) von einander abgesondert werden. aa) Das Silber wird vom Blei befreiet durchs Abtreiben. bb) Das Silber und Gold wird vom Kupfer abgesondert durch die Ce-

mentation, und cc) das Gold sondert sich vom Silber durch die trockene und nasse Scheidung.

aa) Das Abtreiben geschieht auf dem Treibheerd. Hiervon merken wir α) den physicalischen Grund. Das geschmolzene Blei ziehet sich, wenn es recht flüßig ist, in die Zwischenräume der Sandcapelle oder des Aschenheerdes. Das Silber hängt aber unter sich mehr zusammen als mit den Theilen des Aschenheerdes, und zieht sich also in dessen Zwischenräume nicht hinein. Ist also Silber und Blei mit einander vermischt, so darf man nur die vermischte Masse auf einem solchen Heerd fliessen lassen, so zieht sich das Blei in den Heerd hinein, das Silber aber fließt zusammen und bleibt auf demselben stehen, und wird dadurch vom Bleizusatz völlig befreiet. β) Die Arbeit selbst. Wenn das silberhaltige Bleierz geschmolzen worden, und die Schlacke sich oben gesetzt hat, wird der Schmelzofen geöffnet, diese Handlung heißt der Stich *). Das Blei, worin das Silber steckt, wird auf den untern Heerd gelassen. Diese Masse heißt Werkblei oder Werk. Auf diesem mit einem Huth versehenen Treibheerd wird das Werkblei abgetrieben. Der Heerd aa ist gemauert und rund, Tab. XXIII. Fig. 9.

*) Man nennt auch Stich die Masse, die auf einmahl aus dem obern Heerd auf den Stichheerd herausfließt.

in h ist der Abzug, in kk kleinere Abzüge, bb ist der Aschenheerd, der jedesmahl neu geschlagen wird, c die Glöttgasse, d ist der Huth oder die Haube von Blech, welche mit Ketten an dem Kranichzuge ef hängt und dadurch auf verschiedene Art bequem gehoben werden kan. Man hat fünferlej Arten von dergleichen Treibösen, die man beim Schlüter*) nachsehen kan. Wir wollen zu mehrerer Deutlichkeit eine Art davon im Durchschnitt gezeichnet hier vorstellen. Es stellt a die Mauer, b den Windofen und c den Windfang vor, dd sind 2 Rammenlöcher zum Gebläse, kk ist das grosse Schürloch, ii ist die unterste grosse Abzücht, in hh sind kleinere Abzüchte, gg ist der gemauerte Heerd, ff der Aschenheerd, und in e steht das Werk.

Tab. XXIV. Fig. 1.

Wenn nun das Werk auf den Treibheerd gelassen worden, so wird es durch den Windofen so lange im beständigen Fluß erhalten, bis es sich völlig in Glätte verwandelt und zum Theil in den Aschenheerd hineingezogen. Das Silber bleibt auf dem Heerd liegen, welches man aus dem sogenanten Blick erkennet. Dieses Silber heißt Blicksilber, das über dem Aschenheerd stehende und in Glötte oder Glätte verwandelte Blei wird durch die Glöttgasse herausgelassen. Man läßt alsdenn den Ofen kalt werden, nimmt das Silber heraus, und läßt es mit Kohlen bren-

*) Unterricht vom Hüttenwerk p. 117. cap. 14.

brennen, denn heißt es Brandsilber und ist 15 Loth 16 Gran fein. Eheman das Werkblei abtreibt, wird es probiert. Will man auf diese Art das Silber vom Kupfer absondern, so läßt man Blei fliessen, und wirft das mit Silber vermischte Kupfer hinein, so löst sich das Kupfer im Blei auf. Diese Handlung heißt das Saigern. Die aus der Masse gemachte runde Stücke heissen Saigerstücke oder Saigerkuchen. Diese Saigerkuchen werden auf den Saigerheerd gebracht, gänzlich mit todten Kohlen überschüttet, und diese oben angezündet. Sie brennen daher langsam nieder, das Blei fließt mit dem Silber vermischt heraus, und die übergebliebenen Stücken Kupfer, die nun ausgesogen sind, heissen Kühnstücke. Das mit Silber angefüllte Blei wird hierauf, wie vorhin gezeigt worden, auf dem Treibheerd abgetrieben, bis das Silber blickt. Das übrig gebliebene Kupfer der Kühnstücke wird auf die Darröfen gebracht, die so zugerichtet sind, daß das Flammenfeuer des Holzes dasselbe unmittelbar berühre. So wird das darin noch vorhandene Blei herausgezogen, und die Kupferscheiben heissen alsdenn Darrlinge. Dieses Kupfer wird auf den Gahrheerd geliefert, vor dem Gebläse durch das Feuer aufgehäufter Kohlen von allem noch anhangenden Schwefel gereinigt, und heißt alsdenn Gahrkupfer. Dieses wird darauf auf die Ku-

pferhammer geliefert. Diese Handlung heißt das Gahrmachen.

§. 43.

Cementiren.

bb) Ist Silber oder Gold mit andern Metallen, die nicht so leicht fliessen, als das Blei, vermischt, so wird es von denenselben auch durch die **Cementation** befreiet. Es ist aber die Cementation eine trockene Zerfressung der unedeln Metalle durch Salze. Wir bemerken hier α) den physicalischen Grund. Die sauern Dämpfe der Salze zerfressen durch ihren Zusammenhang mit den unedeln Metallen, dieselben, wenn sie eingeschlossen sind, geschwinde. Das Silber greifen sie nur langsam an, und das Gold gar nicht. Es kan also das im Gold und Silber befindliche Kupfer aus demselben durch diese Zerfressung herausgebracht werden. β) Die Operation selbst. Die vermischten Metalle werden, damit sie eine grössere Oberfläche erhalten, und also leichter gefressen werden können, in dünne Bleche geschlagen, und schichtweise mit dem Cement, welches aus 4 Theilen Ziegelmehl, 2 Theilen zerstossenem Kochsalz, und einem Theil calcinirtem Vitriol besteht, über einander gelegt. Diese werden in eine wohlverschlossene Cementbüchse gethan, und dem Cementfeuer ausgesetzt. Dieses ist ein Circulfeuer, so mit Kohlen rund um die Ce-

ment-

mentbüchse gemacht wird, wodurch das Metall allgemach erhitzt, und die Salze geschmolzen werden. Die sich dabei befreienden Salzdämpfe zerfressen die unedlen Metalle und Halbmetalle, und das edle Metall bleibt zurück. Beim Golde wird das sogenannte Cementum regale gebraucht.

§. 44.

Trockene und nasse Scheidung.

cc) Soll das Gold vom Silber abgesondert werden, so geschieht dieses durch die trockene und nasse Scheidung. α) Von der trockenen Scheidung, die auch der trockene Niederschlag oder die Scheidung im Guß genant wird, merken wir αα) den physicalischen Grund. Der Schwefel greift das Silber an, und löst es auf, weil er mit demselben stärker zusammenhängt, aber nicht das Gold. Wird also das vom Schwefel durchdrungene Silber, welches mit so wenigem Golde vermischt ist, daß es sich der nassen Scheidung nicht verlohnt, geschmolzen, so sondert sich das Gold davon ab, und weil das geschmolzene Silber specifice leichter, das Gold aber specifice beinahe noch einmahl so schwer ist, so setzt sich dieses unten in Form eines Königs zu Boden, und kan also leicht gänzlich von Silber abgesondert werden. ββ) Die Arbeit selbst. Diese geschieht, indem das Silber granulirt wird. So bald es beim Granu-

liren

liren aus dem Wasser kommt, wird es noch naß mit zerstossenem und durch ein Haarsieb geschlagenen Schwefel wohl vermischt, so hängt sich der Schwefel gleich an das noch nasse Silber. Diese Masse wird in einem auf dem Feuer stehenden Tiegel mit einer Kelle eingetragen, der Tiegel zugedeckt, und das Feuer gemindert, damit das Silber nicht gleich schmelze, sondern die Granalien recht vom Schwefel durchdrungen werden können und porös werden. Wenn dieses Zerfressen oder Cementiren eine Zeitlang gedauert, wird es etwa eine Stunde lang geschmolzen, und darauf ausgegossen, und heißt alsdenn Plachmahl. In der unten spitzen Gießpuckel setzt sich der König unten. Um nun den König oder das Gold von dem übrigen Plachmahl abzusondern, wird der Tiegel gleich wieder ins Feuer gesetzt, und wenn das Plachmahl hart geworden, wird es wieder in den Tiegel gethan, aber verkehrt, dergestalt, daß der König oben stehe. Da nun das Plachmahl eher schmelzt, als das Gold in dem König, so nimmt man diesen gleich heraus, sobald das geschwefelte Silber zu schmelzen anfängt.

β) Die nasse Scheidung geschieht durch Scheidewasser (aqua fortis) oder Goldscheidewasser (aqua regis). Auch hier müssen wir αα) den physicalischen Grund zeigen. Scheidewasser ist mit Wasser verdünnete Salpetersäure. Diese hängt sich der Figur

der

der kleinsten Theile wegen, an alle übrige Metalle, das Gold ausgenommen. Es löst daher alle andere Metalle auf, greift aber das Gold nicht an, und sondert also das Gold von den andern Metallen ab. Das Goldscheidewasser aber besteht aus der Säure des Kochsalzes. Diese hängt auch der Figur der kleinsten Theile wegen, allein mit dem Golde zusammen, und mit keinem andern Metall. Es löst daher das Gold auf, ohne die andern damit vermischten Metalle aufzulösen. Und auf diese Art werden beide von einander abgesondert. ββ) Die Arbeit selbst geschieht auf folgende Art. Ist wenig Gold mit vielem Silber vermischt, so löst man das gemischte Metall in Scheidewasser auf, so fällt das Gold in Gestalt eines Pulvers zu Boden, welches hernach abgesüßt und geschmolzen werden muß. Es geschieht diese Auflösung auf eine dreifache Art: mit gewöhnlichen Kolben in warmen Sand, auf ungarische Art, und mit einer besondern Art Gläser im Wasser. Hat man aber mehr Gold als Silber, so wird das gemischte Metall in Goldscheidewasser aufgelöst. Hier löst sich nur das Gold auf, und das Silber und Kupfer fällt als ein Pulver zu Boden. Die besondere Bestimmungen dieser Arten der Scheidung findet man weitläuftig in Schlürers bei oben angeführtem Werk befindlichem Probierbuch cap. 42. p. 135.

§. 45.

§. 45.
Verquicken.

Bei sehr reichen Bergwerken, wie in America, wird Gold und Silber auch wol verquickt. Das gepochte Erz wird nemlich in steinernen Mörseln so lange mit Queckſilber gerieben, bis ſich das Metall alle im Queckſilber auflöst. Man druckt dieſes Amalgama nachher durchs Leder, ſo geht das Queckſilber durch, das Metall aber bleibt im Leder zurück, und wird hierdurch vom Queckſilber wieder abgeſondert und frei.

2. Hinderniſſe beim Bergbau, und wie ſie zu heben ſind.

§. 46.
Hinderniſſe überhaupt.

Alle Hinderniſſe, die beim Bergbau vorkommen, ſind von zweierlei Art, einige ſind ökonomiſch, andere phyſicaliſch. Zu den ökonomiſchen gehört der Mangel an Geld oder Perſonen, die Zubuſſe thun ſollen. Der Mangel an Holz und Kohlen; da entweder ſchon zu wenig Holz und Feurung vorhanden iſt, oder doch zu beſorgen ſteht, daß durch die viele beim Bergwerk erforderliche Feurung, ein Mangel an Holz entſtehen würde. Auch gehört dahin der Mangel am Waſſer, das zu Treibung der Künſte, Puchwerke,

werke, Treibwerke und der Gebläse so nöthig ist. Und endlich die gar zu grossen Kosten bei einer noch zweifelhaften und ungewissen Ausbeute. Diese Hindernisse gehören eigentlich zur Bergöconomie, und wir werden uns dabei nicht aufhalten. Zu unserer Absicht gehören vielmehr die physicalischen Hindernisse, und diese entstehen theils a) von der Erde und dem Gestein, theils b) vom Wasser, das sich unter der Erde in den Gruben befindet, theils c) von der Luft oder dem Wetter, da es theils an guter Luft fehlt, theils die verdorbene Luft herausgeschafft werden muß.

§. 47.

Hinderniſſe von der Erde und Gestein.

a) Die Erde und das Gestein hindern den Grubenbau, wenn das Gestein nicht festgenug ist, durchs Niedergehen und Einstürzen der Schachte, Strecken und Stollen. Es geschieht dieses bei sticklichten Gebürgen und lockern Erdreich oft unvermuthet, wodurch nicht nur die Arbeit verlohren geht, sondern auch oft viele Menschen verunglücken. Diesem wird durch gehörige Befestigung der Gruben vorgebeugt, wovon unten gehandelt werden soll.

§. 48.

Hinderniſſe vom Wasser.

b) Das Wasser hindert den Bergbau, wenn man beim Abteufen der Schachte auf unter-

unterirdische Wasser und Quellen komt, und dadurch das Bergwerk in Gefahr geräth zu ersaufen. Man schafft dieses weg aa) durch Tagestollen. Liegt das Wasser in dem Berge höher als die Oberfläche eines benachbarten Thales, so kan man durch einen von dem Thale aus mit einigem Gefälle geführten Stollen es ableiten, und sich desselben oft noch zur Treibung eines Puchwerks oder bei dem Hüttenwerk bedienen. Liegt aber bb) das Wasser tiefer als die Oberfläche irgend eines nähern Thales, so muß es durch eine Wasserkunst so hoch gehoben werden, bis es durch ein Gefälle zum Abfluß gebracht werden kan. Von diesen Künsten soll unten weitläuftiger gehandelt werden.

§. 49.

Hinderniße von der Luft.

c) Die Luft (das Wetter) hindert den Bergbau auf eine doppelte Art. aa) Entweder es fehlt in den Gruben, an frischer elastischer Luft oder gutem Wetter, und man soll diese also herbeischaffen. Es geschieht diese Verderbung der Luft durch feuchte und schweflichte Dämpfe, wodurch die Luft ihre Schnellkraft verliert und zum Othemholen ungeschickt wird. Oder bb) es ist zu viel verdorbene mit giftigen entzündbaren arsenicalischen und Schwefeldämpfen angefüllte Luft vorhanden, böses Wetter, Schwaden,

die

die man herausschaffen muß, weil sie nicht nur die Menschen tödtet, sondern auch oft sich mit einem Knall entzündet, aus den Schachten herausfährt, Kauen und andere Gebäude und Maschinen zersprengt und zerschmettert.

§. 50.

Wie man gut Wetter in die Gruben schafft.

aa) Frische Luft oder gut Wetter wird in die Gruben geschafft

1) Durch den Zug, wenn Schachte und Stollen so gut mit einander verbunden werden, daß der Wind gut durchstreichen kan.

2) Durch Windfänge. Man stellt über die Oeffnung des Schachtes gh vier senkrecht stehende bretterne Flügel ab, ac, ad, ae, die unter sich einen rechten Winkel machen. Dadurch wird der Strom der Luft ia, zwischen dac gefangen, und in af in den Schacht getrieben. Diese bringen aber wenig frisches Wetter hinein, daher sie auch nur selten gebraucht werden. Tab. XXIV. Fig. 2.

3) Durch Blasebälge. Die Röhren dieser Blasebälge endigen sich in viereckte lange Röhren oder Lotten ab, durch diese wird das Wetter entweder vertikal herunter in die Schachte Fig 3. oder wagerecht in die Stollen gebracht (Fig. 4). Wie diese Blasebälge bequem zu bewegen sind, davon Tab. XXIV. Fig. 3. et 4.

kan man den Mechanismum in Löhneis Bericht von Bergwerken Tab. 2. nachsehen.

4) Durch Windkasten und die aus ihnen entstandene Ventilatores des Hales oder Triewald. Der Ventilator des Hales ist mit grossem Nutzen in den Englischen Steinkohlen-Bergwerken eingeführt worden. Es besteht aber der Ventilator aus einem viereckten Kasten, der hier im Durchschnitt vorgestellt ist, ABDC. Alle Seiten desselben sind gerade, nur der vordere Theil BD ist nach einem, aus dem Mittelpunct E mit dem Radio EF beschriebenen Cirkelbogen gründet. Der obere Theil oder Deckel dieses Kastens hat in OP eine kleine Oeffnung, durch welche die eiserne Stange GH geht, die an dem Windbrett oder Diaphragma EF fest ist, und wodurch das Windbrett bewegt wird. Dieses Windbrett EF ist ein viereckes von leichten Holz gemachtes Brett, dessen vordere Seite aber in F, wo sie an BD anschließt, gründet ist. Es ist an der hintern Wand AC des Ventilators in E durch zwei eiserne Haspen befestigt, und in G ist durch ein Gelenk die eiserne Stange HG damit verbunden. Diese ist in H an dem Hebel HKI fest, der in K beweglich ist, und durch dessen Bewegung das Windbrett schnell auf und nieder getrieben werden kan. Hinten sind zwei einwärts gehende hölzerne mit Leder gefütterte Klappen in MM. Vorne sind zwei dergleichen auswärts

Tab. XXIV. Fig. 5.

gehende

gehende Klappen in LL. An beiden in MM und LL ist eine viereckte Röhre, die an die in den Schacht gehende Lotten mit hölzernen Schrauben befestigt werden kan. Soll nun frisches Wetter in die Schachte gebracht werden, so wird die viereckte Röhre, die an LL ist, an die Lotten befestigt, die Klappen MM aber berühren die äussere freie Luft, und das Windbrett EF wird schnell auf und nieder getrieben. Beim in die Höhe gehen desselben in EB, trit die äussere Luft durch die Klappen MM in den Raum EBDC. Beim heruntertreiben gegen ED verschliessen sich die Klappen MM, es öffnen sich hingegen die auswärts gehende Klappen LL, und treiben die frische Luft durch diese Oeffnungen in die Lotten, und durch dieselben in die Schachte.

5) Es wird aber auch frisch Wetter in die Gruben geführt durch die Bewegung und den Fall des Wassers. Dieses geschieht auf eine dreifache Art. α) Entweder durch die Wasserseige des Stollens, da das in der Mitte des Stollens fortfliessende Wasser auch frisches Wetter mit sich bringt. Diese Wetter sind aber feucht. Oder β) durch eine eigene Maschine. Es sey auf dem Berge ABM ein Bach AB, der durch das Gerinne BC aufgefangen, und in die Trommel D geleitet wird. Aus dieser geht die Röhre EF, durch welche sich das Wasser in das untere Gefäß G stürzt. Dieses ist auf allen Seiten genau verschlossen, Tab. XXIV. Fig. 6.

nur sind unten in H Löcher eingebohrt, durch welche das Wasser nach und nach herausfließt. Durch den Fall des Wassers wird die Luft in dem obern Theil des Gefässes G in F gefangen, und durch Lotten IKL vor Ort nach N gebracht. Eine dergleichen bei Annaberg angelegte Maschine treibt das Wasser auf 70 Ellen Höhe 638 Lachter weit. γ) Und da Hales durch oft wiederholte Erfahrungen dargethan hat, daß nichts so geschwinde frische Luft einführt, als Wasser, das in einen Staubregen aufgelöset herabfällt, so kan man auch in die Schachte Wasser durch ein durchlöchertes Gefäß herein fallen lassen. Dieses bringt am geschwindesten frische Luft in die Gruben, und wird daher am bequemsten nach dem Schiessen angebracht, um die durch den Schwefeldampf verderbte Luft durch frische zu ersetzen.

6) Endlich wird auch frisches Wetter durch Feueröfen uud den dadurch erregten Zug der Luft in die Gruben gebracht. Es wird nemlich unten in dem Schacht ein Ofen in CDEFGH gemauert, IK ist ein eiserner Rost, auf welchen das Holz gelegt und angezündet wird. Bei B ist das Aschenloch, in LM zieht der Rauch in die Höhe. In NI ist eine Röhre angebracht, die sich in die Lotten NO endigt, und in A ein gemauerter Heerd. Durch die Hitze der Luft in P wird das Gleichgewicht der innern und äussern Luft gehoben.

Tab. XXIV. Fig. 7.

Dadurch

Dadurch entsteht ein Zug und doppelter Strom der Luft, wodurch das frische Wetter über LINO herein, und durch den Lotten vor Ort gebracht, die böse Wetter aber herausgeschafft werden. Ein solcher Ofen hat über dieses den Vortheil, daß viele schädliche Dämpfe durch das Feuer gänzlich zerstört werden. Die Lotten liegen allezeit in der Firste der Strecke.

§. 51.

Wie man die Schwaden herausschafft.

bb) Wir haben oben schon gezeigt, wie schädlich böse Wetter oder Schwaden sind, dazu kommt noch, daß oft durch deren Entzündung der ganze Bau in Brand gesetzt werden kan. Dieses geschieht sehr oft bei Steinkohlenbergwerken, und werden dabei nicht nur die Gebäude verbrant, sondern die Steinkohlen entzünden sich auch, daß man gezwungen ist, die Gruben zuzuwerfen, um den Brand zu ersticken. Es werden aber böse Wetter vertrieben, theils durch alle die Mittel, wodurch gutes Wetter in die Gruben gebracht wird, wobei man vorzüglich bei deren geschwinden Vertreibung auf das Wasser zu sehen hat, das in Form eines Staubregens in die Gruben gespritzt wird. Theils durch angezündetes Holz. Man bindet Reisholz zusammen, und läßt es an Ketten durch Hülfe der Haspeln in die Grube hinunter.

2. Die Befestigung der Gruben und unterirdischen Gebäude.

§. 52.

Auszimmerung mit Holz.

Die Schachte, Stollen und Strecken werden entweder mit Holz ausgezimmert, oder mit Steinen ausgemauert. Das erste ist das gebräuchlichste. a) Bei dem Auszimmern muß man aa) bei Absenkung eines Schachtes niemals bei lockern Gestein über 3 Ellen tief abteuffen, ohne so gleich eine verlohrne Verzimmerung zu machen, um das Eindringen des Gebürges zu hindern. Dieses geschieht so lange, bis man auf festes Gestein kommt, da denn die verlohrne Verzimmerung weggenommen, und alles ordentlich ausgezimmert wird; wobei in das feste Gestein Bühnlöcher eingemeisselt werden, um die Stempel darin zu befestigen. Die Einrichtung des Holzwerkes kan man in Kerns Bericht vom Bergbau nachsehen. bb) Bei der Befestigung und Verzimmerung der Stollen und Strecken, hat man hauptsächlich darauf zu sehen, daß 1) da, wo der Druck am stärksten ist, auch der stärkste Widerstand geschehe. 2) In Stollen wird der Anfang desselben mit Thürstöcken und einer Kappe versehen, auch Thüren eingehängt. Hernach wird die Zimmerung mit Stempeln und Spreitzen fortgesetzt,

setzt, und die Stempel allezeit da am stärksten gemacht, wo der grösste Druck ist. 3) Das Eindringen des Gebürges von oben her wird mit vorgeschossenen Brettern abgehalten, und ist die Auszimmerung der Stollen mit der auf den Strecken einerlei. 4) Bei sehr langen und breiten Strecken werden oft zur Befestigung der Firste, Pfeiler von dem Gestein selbst ausgehauen. Auch wird, wenn das Gestein sehr feste ist, die Firste oft in Form eines Gewölbes ausgehauen.

§. 53.

Ausmauern.

Weil Holzarbeit öftere Reparaturen bedarf, auch bei dem immer mehr einreissenden Holzmangel oft nicht in gehöriger Güte und Menge vorhanden ist, so hat man seit 1707 im Sächsischen angefangen, Schachten, Strecken und Stollen auszumauern *). Es ist dieses im Anfang kostbarer, aber auch viel dauerhafter. Die Firste wird dabei mit guten keilförmig ausgehauenen Bruchsteinen gewölbt, und im übrigen die Dicke der Mauern dem Druck proportionirlich gemacht. Die besonders zu beobachtenden Regeln, nebst der davon abhangenden Einrichtung der Mauern, findet man weitläuftiger in Kerns angeführtem Werk im 6 Capitel. Ueberhaupt muß

*) S. Kerns Bericht vom Bergbau S. 131.

man die zum Ausmauern benöthigten Bruchsteine über Tage ausſuchen, weil die in den Gruben gebrochene, wegen des Zerwitterns nicht viel taugen. Und weil zum Ausmauern Platz ſeyn muß, ſo müſſen, wenn die Mauer fertig iſt, die gebliebenen Oeffnungen mit Berg verſtürzt werden, damit hinter den Mauern kein leerer Raum bleibe. Beim Vermauern der Strecken und Stollen durch Wölbbögen, müſſen, wenn der Druck zu ſtark iſt, über dieſelben zu beſſerm Widerhalt noch beſondere Spannbögen gemauert werden. Bei allen dieſen Mauerwerken muß man aber wegen ihrer Koſtbarkeit überhaupt darauf ſehen, ob der auszumauernde Schacht oder Stollen abſolut nothwendig ſey oder nicht, um ſich nicht unnöthige Koſten zu machen.

III. Die Bergmechanik, oder das Maſchinenweſen.

§. 54.

Einleitung.

Alle Maſchinen auf den Bergwerken können in drei Klaſſen getheilt werden. Sie ſchaffen 1) entweder etwas aus den Gruben und in dieſelben. Oder 2) ſie zerſtoſſen etwas, oder 3) ſie treiben die Blaſebälge auf den Hütten. 1) Aus den Bergwerken wird a) das wil-

de

de Wasser herausgeschafft durch die Kunst. Aus den Gruben wird b) das gewonnene Erz herausgefördert, und das zum Grubenbau nöthige Zimmerholz und Steine herein gelassen durch Haspeln und Göpel. c) Endlich wird Luft in die Schachte getrieben, durch die im 50 und 51 §. beschriebene Maschinen. Daher haben wir hier nur die zwei ersten Arten der Maschinen nachzuholen. 2) Das Zerstossen der Erze geschieht in den Puchwerken. Und 3) das Gebläse wird durch Wasserräder getrieben.

1. Maschinen, so etwas zu Tage schaffen.

§. 55.

Es wird Wasser zu Tage geschafft.

Die Kunst.

a) Das wilde Wasser in denen Bergwerken hindert nicht nur den Grubenbau sehr, sondern wenn es sich häufig einfindet, und nicht geschwinde genung herausgeschafft wird, ersauft das ganze Bergwerk. Hierzu bedient man sich oft der Püschelwerke, deren Beschreibung wir oben in der Hydrotechnik §. 15 gegeben haben, oder bei grösserer Teuffe der Saugwerke, oder Wasserplumpen. Es werden zu dem Ende verschiedene Plumpen über einander gestellt, deren immer eine der andern das Wasser zuschafft, bis es zu Tage heraus geschafft wird. Alle diese Plumpen werden

aa) entweder durch ein Wasserrad getrieben, oder bb) durch Windflügel, oder cc) durchs Feuer, in denen besonders auf Kohlenbergwerken gebräuchlichen Feuermaschinen, oder dd) durch Thiere. Werden sie aa) durch ein Wasserrad bewegt, so geschiehet dieses α) entweder vermittelst einer Kurbel, (krummer Zapfen) oder β) durch ein Kehrrad, wodurch ein mit Zähnen versehenes Gatter in Bewegung gesetzt wird.

§. 56.

Die Kunst wird durch ein Wasserrad getrieben, und zwar durch eine Kurbel.

aa) Wenn die Wasserkunst durch ein Wasserrad, und zwar α) mit Hülfe einer Kurbel bewegt wird, so hängt dieses entweder unmittelbar über dem Kunstschacht, oder nicht Hängt es αα) unmittelbar über dem Kunstschacht, so haben wir 1) die Einrichtung der Wasserplumpen zu bestimmen. Eine Wasserplumpe mit dem dazu gehörigen Wassertroge (Wasserkästel) heißt ein Kunstsatz. Die seigere Höhe desselben darf nicht über 5 Lachter seyn. Eine solche Plumpe besteht aus zwei Haupttheilen. Der obere AB ist von gegossenem Eisen, und heißt die Kolbenröhre, in dieser bewegt sich der durchbohrte und wohlverlederte Kolben HI an der Kolbenstange auf und nieder. Das auf dem Kolben befindliche Leder heißt sein Gelieder. Der un-

Tab. XXIV. Fig. 8.

tere Theil BD heißt die Saugröhre oder Ansteckeröhre, diese ist von gutem kiefernen Holze. In E ist die Klappe oder das Ventil, welches das Thürlein oder Stöckel genennt wird. Die Saugröhre besteht aus drei Theilen. Der obere Theil BF heißt der Stöckelkiel, der mittlere FG der Ansteckiel, und der untere GD, der im Wasser steht, der Schlauch. Jede dieser Plumpen steht in einem Wasserkästel, die unterste aber, die in dem tiefsten Wasser der Grube steht, ist mit einem Korbe von geflochtenen Weidenzweigen umgeben, um das Eindringen des Sandes und Schlammes zu verhindern.

2) Ihre Bewegung. Diese wird folgendergestalt erhalten. An der Welle des Wasserrades A, welches ein oberschlächtiges Rad ist, und in der ausgezimmerten Radstube B hängt, ist auf beiden Seiten eine starke eiserne Kurbel C. An dieser ist die sogenannte Korbstange DE befestigt, durch deren obere Oeffnung die Kurbel geht, diese ist durch eiserne Schienen an die Kunst-Stange EF befestigt. Ist der Kunstschacht sehr tief, und muß also die Kunststange aus einigen Stücken zusammengesetzt werden, so werden die verschiedenen Stücke auf folgende Art mit einander verbunden. Die oberste Stange QZ ist in ihrem untersten Theil XZ so ausgeschnitten, wie die Zeichnung weiset. Der obere Theil XW der untern Stange XR hat eben

Tab. XXV. Fig. I.

solche

solche Einschnitte, die genau in einander passen, und in S gehen einige eiserne Schrauben durch, welche beide Theile scharf mit einander verbinden. An diesen Kunststangen sind über jeder Plumpe die kurzen Arme in G, welche durch zwei eiserne Bänder befestigt sind. An diesen Armen sind die Kolbenstangen durch einen eisernen Bolzen befestigt. Die untere Plumpe steht in dem Senkkorbe I, auch müssen die Oeffnungen der oberen Schläuche mit Drathgittern versehen werden, damit nicht abspringende Spähne mit eindringen. Bei der Umdrehung der Kurbel wird das Wasser aus der grösten Teuffe in den ersten Sumpf, aus diesem durch die zweite Plumpe in den zweiten Sumpf, und so weiter bis zu Tage gehoben. Damit man gewiß sey, daß die Hebung des Wassers ohne Unterbrechung fortgehe, so wird an die Korbstange ein kurzer Daumen befestigt, der bei jedem Hub einen Hammer bewegt, welcher auf eine hohle eiserne Röhre anschlägt. Hängt aber ββ) das Wasserrad nicht unmittelbar über der Grube, so ist es entweder sehr weit davon entfernt, und denn muß die Bewegung der Kurbel bis zum Kunstschacht durch ein Feldgestänge oder Kunstgestänge fortgesetzt werden. Ist die Entfernung aber geringe, so wird nur ein Feldgeschleppe angelegt. Soll κ) bei grosser Entfernung ein Kunstgestänge angelegt werden, so bemerken wir bei demselben zweierlei,

erlei, erstlich die Art, wie die Bewegung von dem Wasserrade an bis zum Kunstschacht fortgesetzt, und zweitens, wie die Kunst selbst in Bewegung gesetzt wird. Das erste geschieht durch das Feld- oder Kunstgestänge. Dieses besteht 1) aus denen in gewissen Weiten auf einander folgenden, auf Zapfen ruhenden Schwingen AK. Diese sind 2) durch die Zugstange AA und KK oben und unten mit einander verbunden. Die Zugstangen sind an den Schwingen durch ein Schloß befestigt, so daß sie sich um denselben frei bewegen können. 3) An der Welle des Wasserrades ist eine Kurbel B, an welcher die Korbstange BK, die hier horizontal liegt, in B fest ist. Auf der andern Seite in K ist sie unten mit der ersten Schwinge verbunden. 4) Die Schwingen liegen zwischen den parallelen Balken LM, welche die Stege heissen, und auf den Böcken D ruhen. So wie sich daher die Kurbel des Wasserrades hin und her bewegt, so zieht sie die mit ihr verbundene erste Schwinge auch hin und her. Und da diese mit allen folgenden durch die Zugstangen verbunden ist, so werden alle Schwingen in Bewegung gesetzt. Man hat dabei den Vortheil, daß man die Bewegung über Berg und Thal, auch seitwärts fortsetzen kan. Nur muß an jedem Ort, wo die Richtung sich ändert, eine Schwinge vorhanden seyn. Das

Tab. XXV. Fig. 2.

zweite,

zweite, nemlich die Bewegung der Kunst, wird durch das Kunstkreutz erhalten. Ueber dem Kunstschacht befindet sich ein Kreutz, welches aus den zwei Balken GE und FH, die unter einem rechten Winkel in einander gefügt sind, besteht. Dieses ruhet in der Mitte auf zwei in Pfannen liegenden Zapfen, und ist auf denenselben leicht beweglich. An dem senkrechten Balken desselben FH sind in F und H die Zugstangen FA und HK der letzten Schwinge durch ein Schloß befestigt. An dem wagerechten Balken EG aber sind die in den Kunstschacht herunter gehende Kunststangen fest, durch deren Hülfe, wie vorhin gezeigt worden, die Plumpen in Bewegung gesetzt werden. Man siehet leicht, daß, wenn die letzte Schwinge sich hin und her bewegt, dem Balken FH des Kunstkreutzes eben die Bewegung müsse mitgetheilt werden, und daß sich daher GE wechselsweis auf und nieder bewegen müsse. Beide Balken des Kunstkreutzes sind mehrerer Festigkeit wegen mit Bändern vereinigt. b) Ist das Rad nicht sehr weit von der Grube entfernt, so wird nur ein Feldgeschleppe angelegt. Dieses ist vom Kunstgestänge darin unterschieden, daß die Schwingen nur durch eine Zugstange verbunden sind, die wechselsweise oben und unten an den Schwingen befestigt wird, auch sind die Feldgeschleppe mehrentheils niedriger, und üben nicht so viel Gewalt aus.

§. 57.

§. 57.

Durch ein Kehrrad.

Weil bei der Umdrehung der Kurbel die Korbstange mit der ersten Schwinge im hin- und herstossen nothwendig einen schiefen Winkel macht; bei einer schiefen Richtung aber allezeit ein Theil der Kraft verlohren geht (Naturl. §. 66.): so hat man diesem Fehler durch Anlegung eines Kehrrades, bei welchem der Stoß gerade geschieht, abzuhelfen gesucht. An der Welle des Wasserrades A befindet sich das Kehrrad B, welches oben mit vier Zähnen versehen, unten aber glatt ist. Dieses befindet sich in der Mitte des Gatters abcd, welches zwischen zwei Bäumen in Falzen beweglich ist, auch die Reibung zu vermindern auf Rollen gehen kan. In dem Gatter sind in dem hintern Theil oben in ef auch vier Zähne, und in dem vordern Theil unten eben so viel in ef. Indem sich die Welle des Wasserrades nebst dem daran befestigten Kehrrade herumdrehet, so greifen die Zähne des Kehrrades erst in die oberen Zähne des Gatters und schieben es vorwärts. So wie der letzte Zahn des Kehrrades oben von dem Gatter abgeht, greifen die Zähne desselben in die untern Zähne des Gatters, und ziehen es wieder zurück. In der Mitte H des Gatters ist die Zugstange HG fest. Diese ist durch ein

Tab. XXV. Fig. 3.

Schloß

Schloß mit dem untern Theil G des Kunstkreutzes DFEG verbunden, welches sich über dem Kunstschacht befindet. Durch das Hin- und Herziehen des Gatters wird daher das Kunstkreutz auch so bewegt, und der Arm DE geht auf und nieder. In D und E sind die Kunststangen befestigt, welche die Stempel der Plumpen heben. Man begreift leicht, daß auch diese Bewegung des Gatters in grosser Entfernung durch ein Kunstgestänge fortgesetzt werden kan.

§. 58.

Die Kunst wird durch Windflügel getrieben.

bb) Auf hohen Bergen kan man in Ermangelung des Wassers die Kunst durch Windflügel in Bewegung setzen. Da wir in der Hydrotechnik dergleichen Windmaschinen schon angegeben haben, so wollen wir uns hier mit deren Beschreibung nicht weitläuftig aufhalten. Man legt an die Windflügelwelle gemeiniglich ein Stirnrad an, welches unterwärts in ein Getriebe eingreift. An der Welle dieses Getriebes befindet sich eine Kurbel, an welcher entweder eine horizontale Zugstange fest ist, die das Kunstkreutz bewegt, oder es ist die Zugstange vertikal, und an dem Arm einer Welle befestigt, welche dadurch hin und her bewegt wird, wodurch die

an

an zwei andern Armen der Welle befindliche Kunststangen in Bewegung gesetzt werden. Solche Windmaschinen müssen, wie die steinernen Windmühlen, im Dache beweglich seyn, um die Flügel nach dem Winde zu stellen.

§. 59.

Die Kunst wird durchs Feuer bewegt.

cc) Oft setzt man, besonders bei Kohlenbergwerken, und wo die Feuerung leicht und wohlfeil zu haben ist, die Kunst durch eine Feuermaschine in Bewegung, welche ich hier nur kurz nach meinen eigenen Verbesserungen beschreiben will. Eine umständliche Beschreibung derselben werde ich einer besondern Abhandlung vorbehalten. Wir bemerken hier α) die Einrichtung der Maschine. Ein grosser kupferner Kessel ABC ist auf einem darunter befindlichen Ofen γδ eingemauert. Dieser Kessel ist zum Theil mit Wasser angefüllt, welches durch Hülfe des geheitzten Ofens beständig im Kochen erhalten wird. Ueber diesem Kessel befindet sich der meßingene Stiefel ED, in welchem der maßive Kolben F, der den Raum ganz verschließt, sich auf und nieder bewegen kan. Der Kessel ist mit der Kolbenröhre durch die engere Zwischenröhre BD verbunden. In Y ist ein Wasserbehältniß, aus welchem die mit einem Hahn versene metallene Röhre ZA in den Kessel herein geht, und durch welche frisches Wasser in den-

Tab. XXVI, Fig. 5.

selben gebracht werden kan. In O geht eine andere Röhre aus dem Kessel, die auch mit einem Hahn verschlossen werden kan, wodurch im Fall der Noth die gar zu sehr angehäuften Wasserdämpfe, welche den Kessel sprengen könten, aus demselben herausgelassen werden können. In T ist ein ander Wasserbehältniß, aus welchem die Röhre VSX bei X in den Stiefel DE geht, um kalt Wasser herein spritzen zu können, wenn es nöthig ist. Diese Röhre ist durch den Hahn S verschlossen. In αβ befindet sich der Regulator. Dieses ist eine runde metallene Scheibe, die an dem Arm Qα befestigt ist, und durch dessen Umdrehung so gedrehet werden kan, daß sie die Verbindungsröhre DB wechselsweise öffnet und verschliesset. In GH befindet sich ein schwerer, bei I in Zapfen beweglicher Balancier-Balken, an dessen einem Ende in G die Kolbenstange, an dem andern in H aber die Kunststange befestigt ist. In M ist eine auf zwei Zapfen bewegliche Welle, die mit drei Armen in L, N und O versehen ist. An dem Arm L befindet sich eine Zugstange LK, die in K durch ein Schloß an einem schief an GH befestigten Arm KI fest sitzt. An dem Arm N befindet sich die Schiebestange NR, welche durch ein Gelenk mit dem Hebel RS verbunden ist, welcher durch den Ring S des daselbst befindlichen Hahnes geht, und denselben auf- und zuschliessen kan. Endlich ist an dem Arm

O die

O die Schiebestange OP, welche sich in P durch ein Gelenk mit dem Hebel PQ vereinigt, welcher durch den Ring Q des Arms Qα durchgeht, und dadurch den Regulator αβ bewegen, und durch dessen Hülfe die Verbindungsröhre DB öffnen und verschliessen kan. β) Die Würkungsart. Wenn der Kessel zum Theil mit Wasser gefüllt worden, und dieses durch Hülfe des in dem Ofen befindlichen Feuers zu kochen anfängt, so füllt sich der Kessel mit elastischen Wasserdämpfen. Werden diese bei Oeffnung des Regulators in den Stiefel DE gelassen, so heben sie den Kolben F in die Höhe, und mit ihm den Arm GI des Balancier-Balkens. Daher sinkt der Arm HI herunter. Wird nun der Hahn S geöffnet, so spritzt durch die Röhre VSX kaltes Wasser in den mit den Wasserdämpfen angefüllten Raum FX des Stiefels. In dem Augenblick verliehren die Wasserdämpfe ihre Schnellkraft und ziehen sich zusammen, daraus entsteht in FX ein leerer Raum. Die Schwere der Luft drückt daher den Stempel F und mit ihm den Arm GI des Balancier-Balkens herunter, der Arm H steigt daher in die Höhe. Man erhält also dadurch eine wechselsweise auf- und niedersteigende Bewegung, wodurch alle Plumpen der Kunst getrieben werden. γ) Die Art, wie die Hähne in S und Q sich wechselsweise öffnen und verschliessen. Wenn der Dampf des kochen-

den Wassers den Stempel F nebst dem Arm Gl in die Höhe treibt, so bewegt sich auch der Nebenarm Kl in die Höhe. Die Zugstange KL hebt also den Arm L, und drehet die Welle M zum Theil um. Dadurch bewegt sich der Arm N rückwärts, und der Hebel RS öffnet den Hahn S. Eben diese Umdrehung der Welle stoßt den Arm O und also auch die Zugstange OP vorwärts, und der Hebel PQ verschließt durch die Umdrehung des Regulators die Oeffnung der Verbindungsröhre B. Es gehen also keine Dämpfe mehr durch dieselbe in den Stiefel ED. Hingegen spritzt bei X das kalte Wasser in die Kolbenröhre, nimmt den Dämpfen ihre Schnellkraft, und der Druck der Luft treibt den Stempel nebst den Armen Gl und Kl herunter. Indem der Arm Kl sich herunter bewegt, drehet sich die Welle M vorwärts, der Arm N wird auch vorwärts gestossen, und der Hebel RS verschließt den Hahn in S. Und da eben dadurch der untere Arm O nebst der Zugstange OZ zurückgezogen wird, so öffnet sich der Regulator durch Hülfe des Hebels ZQ, und die Dämpfe treten wieder in den Stiefel.

Man pflegt neben dem Kunstschacht auch wol ein Druckwerk anzulegen, welches durch eben den Balancier-Balken getrieben wird, wodurch das aus der Grube gefördere-

te Wasser zu dem Behältnis T herauf gedruckt wird.

§. 60.

Die Kunst wird durch Thiere getrieben.

Wenn der Schacht nicht sehr tief ist, und es an Aufschlagewasser gebricht, so wird die Kunst dd) durch Thiere getrieben. Besonders bedient man sich hierzu der Pferde in den Roßkünsten, wie auf dem Kohlenbergwerk zu Wettin. Es wird an einer stehenden Welle oder Pfuhlbaum eine Deichsel befestigt, an welche ein auch mehr Pferde angeschirrt werden. An dieser Welle befindet sich ein sehr grosses horizontales Kammrad, welches in einen Trilling greift, an dessen Welle der krumme Zapfen ist, wodurch die Kunst in Bewegung gesetzt wird.

§. 61.

Es wird Erz gefördert. Die Haspel.

b) Es muß ausser dem Wasser, so in den Kunstschachten zu Tage geschafft wird, auch das gewonnene Erz gefördert werden. Dieses geschieht in den Förderschachten, durch welche auch Steine und Zimmerholz in die Grube geschafft werden kan. Ist der Förderschacht aa) nicht sehr tief, und die Menge des zu fördernden Erzes nicht sehr groß, so kan es durch eine Haspel herausgeschafft werden. Dieses besteht aus einer horizontal liegenden

Tab. XXV. Fig. 4 Welle oder Rundbaum AB, die auf Zapfen oder Blaueleisen ruhet, die in den Haspelstützen CD beweglich sind, und auf den Pfadeisen liegen. Diese stehen auf den Pfühlbäumen EF, über welche die Hängebank EE und FF liegt. Auf jeder Seite des Rundbaums ist eine Kurbel H, H, die das Haspelhorn genennet wird. Um diesen Rundbaum hängt das doppelte Seil, so in die Grube geht, deren das eine sich aufwickelt, wenn das andere sich abwickelt; an jeden derselben ist ein Kübel befestigt, welche dadurch auf- und abgewunden werden.

§. 62.

Treibschacht. Pferdegöpel.

bb) Ist die Grube tief, und die Menge des zu fördernden Erzes groß, so wird ein Treibschacht angelegt, und hier kan das Erz entweder durch Pferde oder durch ein Kehrrad gefördert werden. Im ersten Fall heißt es ein Pferdegöpel, im zweiten ein Wassergöpel. Wird α) ein Pferdegöpel angelegt, so wird 1) ein rundes spitzes konisches Gebäude A erbauet, in welchem sich der Göpel befindet, an demselben wird das Vorhaus B angelegt, worin der Treibschacht ist. 2) Der Boden des Göpelgebäudes ee heißt der Heerd, in dessen Mitte ist die Vertiefung cgc, welche der

Kessel genennt wird, ausgemauert Mitten in derselben liegt ein grosser eichener Klotz g. In diesem Klotz ist die Pfanne, in welcher sich der Zapfen der senkrechten Welle bd, die der Pfuhlbaum heißt, bewegt. Oben an diesem Pfuhlbaum befindet sich der Korb a. Er besteht aus drei Scheiben, welche durch Stäbe, Korbscharben, verbunden sind. Um diesen Korb wickeln sich zwei Ketten oder eiserne Seile. Diese gehen über die Rollen (Scheiben) m m in dem Vorhause in den Treibschacht f dergestalt herunter, daß sie sich wechselsweise auf- und abwickeln, und indem der volle Kübel herauf geht, so geht der leere Kübel herunter. 3) Durch den Pfuhlbaum bd geht die Deichsel oder Trift pp, an welcher die Pferde angeschirrt werden, so den Göpel treiben. Gemeiniglich werden dazu vier Pferde gebraucht. So bald der mit Erz angefüllte Kübel herauf ist, stehen die Pferde stille, bis der Kübel ausgestürzt worden. Will man Holz und Steine in die Grube herablassen, so werden sie an die eisernen Seile befestigt, und fallen durch ihre eigene Schwere herunter. Weil aber schwere Körper mit beschleunigter Bewegung fallen (Naturl. §. 102.); so sieht man leicht, daß auch der Pfuhlbaum mit beschleunigter Bewegung herumgedrehet werde. Damit nun dieser durch die schnelle Reibung sich nicht erhitze, auch die in die Grube gelassene Sachen durch den

schnellen Fall nicht zerschmettert werden; so muß man suchen die Bewegung zu hemmen und aufzuhalten. Dieses geschieht durch den an die Trift gehängten schweren Klotz q, welcher der Hund genennt wird, und oft unten die Reibung zu vergrössern mit eisernen Stacheln versehen ist.

§. 63.

Wassergöpel.

β) Ist Aufschlagewasser genung vorhanden, so kan man mit geringern Kosten einen Wassergöpel anlegen. Hierzu wird

1) erfordert ein mit doppelten sich entgegen gesetzten Sack-Schaufeln versehenes oberschlächtiges Wasserrad, oder Kehrrad, abc. Um diesem Rade eine leichte Bewegung wechselsweise auf beiden Seiten zu verschaffen, so geht über das Wasserrad das breite Gerinne dt. Aus demselben gehen drei Nebengerinne heraus. Das vorne heraus gehende Nebengerinne e leitet das Wasser auf die Schaufeln b, und treibt das Wasserrad vorwärts. Das hintere Gerinne f leitet das Wasser auf die rückwärts gehende Schaufeln a, und bewegt das Rad rückwärts. Das dritte Nebengerinne g leitet das Wasser ganz von dem Rade ab, und ist der Freilauf. Alle diese Gerinne können durch die Schutzbretter o verschlossen werden, die an Ketten hangen, und durch die Hebel h, h, h in die Höhe gezogen wer-

Tab XXVI. Fig. 1.

werden. Wird das Schußbrett bei e aufgezogen, und die übrigen verschlossen, so bewegt sich das Kehrrad vorwärts. Wird das bei f geöffnet, so bewegt es sich rückwärts, und wenn die Schutzbretter bei e und f niedergelassen werden, so fällt gar kein Wasser in die Sackschaufeln, und das Rad steht stille. 2) Um die Welle dieses Wasserrades geht bei kk das doppelte eiserne Seil, wie bei den Pferdegöpeln, welches über die Scheiben ll in den Treibschacht herunter geht. 3) Weil aber das Wasserrad, wenn das Wasser gleich abgeschützet wird, des Schwunges wegen, nicht so gleich stille steht, und die Kübel daher im Herauffahren die Arbeiter beschädigen könten; so wird an der Welle des Wasserrades das Bremsrad i angelegt, durch dessen schnelle Einklemmung das Treibwerk angehalten wird. Dieses Rad ist auf der Stirne glatt. Unter demselben befindet sich der Hebel mq, der in q an einem Bolzen beweglich ist. In m geht eine Kette zu dem über dem Bremsrade befindlichen zweiten Hebel mn, dessen Unterlage in q ist. In n ist eine Kette, wodurch dieser Hebel heruntergezogen werden kan, daß er dicht an das Bremsrad angedruckt wird. Weil aber der hintere Arm dieses Hebels dadurch in die Höhe geht, so hebt er durch die Kette mm den untern Hebel in die Höhe, und druckt ihn unterwärts an das Bremsrad. Zwischen beiden Hebeln eingeklemmet

steht es daher stille, und bringt auch das Wasserrad zur Ruhe. Eben dieses Einklemmen des Bremsrades ist auch beim Herunterlassen der Steine und Balken in die Grube nöthig, damit der Fall derselben gehemmet werde.

v. Löhneis *) giebt zwar auch Windgöpel an, die aber, so viel ich weiß, noch nirgend gebräuchlich sind.

2) Maschinen, so etwas zerstossen.

§. 64.

Puchwerke.

Das aus den Gruben geförderte Erz muß durch die Puchwerke zerstossen werden. Dazu wird dreierlei erfordert, erstlich ein Trog, worin das Erz zerstossen wird, zweitens muß das Erz nach und nach in den Trog fallen, und drittens müssen Stempel wechselsweise gehoben werden, wodurch das Erz zerstossen wird. Tab. XXVI. Fig. 2. 1) Der Puchtrog ACB ist von Holz, bei nassen Puchwerken ist er ziemlich tief. Er ist mit Puchlaschen versehen, um das Herausspringen des Erzes beim Puchen zu verhindern. Beim nassen Puchen wird über ST durch ein Gerinne Wasser hineingelassen, daher auch der Boden C alsdenn einiges Gefälle haben muß. Der Boden selbst ist

*) Bericht vom Bergwerke p. 61. Tab. 14.

ist von Stein oder von Eisen. Das eingelassene Wasser fließt bei geöffnetem Vorsatzblech in das Schoßgerinne, und von da aus durch verschiedene Schlammgruben. In diesem Troge wird das Erz durch Stempel zerstossen. 2) In IBHST ist ein schief gestellter vorne und oben offener Kasten, in welchen das Erz gestürzt wird. Um dieses nun nach und nach in den Puchtrog zu bringen, sind auf beiden Seiten die Hebel IB an dem schiefen Boden dieses Kastens fest. An der Daumenwelle ON ist ein einzelner Daumen P, welcher bei jedesmaliger Umdrehung derselben den Hebel bei I in die Höhe hebt und dadurch die schiefe Fläche erschüttert, wodurch das Erz in den Trog herunter getrieben wird. 3) Das Zerstossen geschieht durch die Puchstempel EF, zwischen welchen die Puchleitungen zu besserer Richtung der Stempel sich befinden. Unten in den Stempeln befinden sich die Pucheisen FG, welche die Gestalt eines Amboßes haben. Drei Puchstempel heissen ein Satz, und gemeiniglich machen drei Sätze ein vollständig Puchwerk aus. Die Puchstempel aber werden durch folgenden Mechanismum bewegt. An dem Wasserrade M befindet sich die Daumenwelle NO. An derselben sind die Daumen, Heber oder Frösche Q. An jedem Puchstempel ist ein Arm oder Däumling K. Indem sich nun die Welle samt dem Wasserrade dre-

het,

het, greifen wechselsweise die Frösche in die Däumlinge, und heben dadurch die Puchstempel wechselsweise in die Höhe, die beim Herunterfallen durch die Pucheisen das Erz zerstossen.

Die Struktur der trockenen Puchwerke ist mit dieser einerlei, nur daß kein Wasserabfluß dabei ist, und der Puchtrog nicht so tief ist.

Man hat bei diesem trockenen Pochen eine doppelte Absicht. Entweder es werden Erze, die nicht ins Wasser kommen dürfen, dadurch aufbereitet; dergleichen sind reichhaltige Geschicke, welche zart angeflogen sind oder in schwererer Gangart brechen, z. E. angeflogenes Silber auf Schiefer, Quarz und Hornstein, angeflogenes weiß und roth gülden Erz, zartes in Spath oder Hornstein eingesprengtes gewachsenes Silber u. s. w. Oder es sollen andere Erze von verschiedener Art zur Siebarbeit dadurch vorbereitet werden. Um beim trockenen Pochen das Erz klar und gleichförmig zu erhalten, wird es beständig in dem Troge mit einer Schaufel geschüret, das Klare durch ein Durchwurfsieb oder Rad geworfen, und was nicht durchfällt, von neuen in den Puchtrog geworfen und gepocht. Mit dieser Arbeit wird so lange fortgefahren, bis alle Erze zu gleichem Korne gebracht sind.

Auch werden oft geringhaltige Erze, besonders Blei und Kupfererze, trocken gepocht

und

und zur Siebarbeit vorbereitet. Diese werden aber nicht so klar gepocht. Man ist zufrieden, wenn sie die Grösse einer kleinen Haselnuß erhalten. Und die Siebe und Durchwürfe haben zu dem Ende grössere Löcher.

§. 65.

Grubenklcie.

Es findet sich ausser denen aufgefördertenen Erzen auch noch **Grubenkleie**, welches mit gefördert wird. Es ist dieses ein grober Sand, der aus grössern und kleinern Stufen besteht, die bei Gewinnung der Erze auf den Gängen lossspringen oder sich abbröckeln, unter welchen oft ganz gute Erzgräupchen sind. Diese werden nicht weiter gepocht, sondern nur durch weite Siebe oder Räder gerädelt; was zurückbleibt, wird ausgestürzt, das übrige durch noch feinere Siebe gesiebet und so aufbehalten. Die gröbere Art wird im Wasser abgespült und auf die Klaubebank gestürzt, wo sie durch die Klaubejungen ausgeklaubt werden.

3) Maschinen zum Gebläse auf den Hütten.

§. 66.

Ueberhaupt.

Die Maschinen, welche das Gebläse bei den Schmelz- und Treiböfen bewegen, sind von zweierlei Art. Sie bewegen die Blasebälge

bälge entweder durch eine Kurbel, oder durch eine Daumenwelle. Die Blasebälge sind auch von zwiefacher Art, entweder von Leder, oder ganz von Holz.

§. 67.

Das Gebläse wird durch eine Kurbel getrieben.

a) Zum Gebläse wird zweierlei erfordert. Einmahl eine wechselsweise Bewegung, damit die Blasebälge auf und nieder gehen, und zweitens muß, um den Trieb der Luft in den Oefen in einem Zuge zu unterhalten, der eine Blasebalg zu eben der Zeit in die Höhe gehoben werden, in welcher der andere sich herunter bewegt. Soll dieses durch eine Kurbel geschehen; so wird an der Welle des Wasserrades A eine Kurbel B befestigt, an welcher sich die Lenkstange BC befindet. Diese ist an dem Arm CF der horizontal auf Zapfen liegenden Welle DE fest. An dieser Welle befinden sich zwei Arme GH und KI in entgegengesetzter Richtung. An GH ist eine Stange oder Kette HM befindlich, die an dem Griff des ersten Blasebalges befestigt ist. An dem entgegengesetzten Arm KI ist eben so eine Stange oder Kette KN an dem Ende des Hebels NL, der in L mit dem zweiten Blasebalge verbunden ist. Bewegt sich die Kurbel in die Höhe, so geht der Arm GH herunter, und der Blasebalg M wird niedergedrückt, und zu gleicher Zeit geht der

Tab. XXVI. Fig. 3.

Arm

Arm KI in die Höhe, und der Blasebalg L wird aufgezogen. Beim Heruntergehen der Welle geschieht das Gegentheil, der Blasebalg M wird herauf, und L herunter getrieben.

§. 68.

Das Gebläse wird durch eine Daumenwelle getrieben.

b) Man kan eben dieses durch eine Daumenwelle erhalten. Es ist AB ein in C beweglicher Hebel, dessen langer Arm CB dicker und ungleich schwerer ist, als der kurze Arm AC. An diesem kurzen Arm ist eine Kette befestigt, die mit dem untern Ende an dem Arm I des Blasebalges K fest ist. Eben diese Kette geht von I herunter an den kurzen Arm DF des in F beweglichen Hebels DE. In L ist ein Wasserrad, an dessen Welle sich die Däume oder Heber H befinden. Indem sich die Welle umdreht, so hebt der Daumen H den Arm FE des Hebels DE in die Höhe. Daher geht der andere Arm DF herunter, und zieht den Deckel I des Blasebalges mit sich herunter, und da dieses in A an dem kurzen Arm AC des obern Hebels durch eine Kette befestigt ist, so wird auch AC herunter gezogen, und BC gehoben. So bald der Daumen H von dem Hebel DE wieder bei weiterer Umdrehung abgeht; so sinkt der Arm BC vermöge seiner eigenen Schwere wieder herunter, Tab. XXVI, Fig. 4.

unter, AC geht in die Höhe, und der Deckel des Blasebalges wird durch die Kette AI in die Höhe gezogen, bis der folgende Daumen der Daumenwelle wieder eingreift und ihn wieder herunter zieht. Eben diese Daumenwelle bewegt zu gleicher Zeit den zweiten Blasebalg, doch so, daß der erste steigt, wenn der andere herunter geht.

§. 69.

Hölzerne Blasebälge.

Da bei sehr grossen Blasebälgen eine sehr grosse Menge Luft zusammengedrückt wird, so werden die ledernen Blasebälge bald zerrissen. Man ist daher darauf gefallen, hölzerne Blasebälge zu verfertigen. Diese bestehen aus einem hölzernen Kasten DFE, der oben offen, hinten nach einem Bogenstück geründer und vorne enger ist. In F ist die Klappe, wodurch die Luft hinein gelassen wird. Ueber diesem befindet sich der Kasten ABC, dessen Seiten über den untern Kasten hervorragen, und sich leicht über denenselben bewegen lassen, dieser hat in C ein Charnier. Er wird durch das obere Kreutz GH in die Höhe gehoben, und durch die Kette des untern Kreutzes NO herunter gezogen. Das Rad L und die Daumenwelle M sind wie im vorigen Paragraph.

Tab. VIII. Fig. 1.

Zusätze
zur
Optik.

Allgemeine Zusätze.

§. 1.

Allgemeiner Begriff der Optik.

Die Optik ist eine Wissenschaft, die Eigenschaften und Veränderungen des Lichts auszumessen.

§. 2.

Anmerkung.

Da das Licht ein feiner flüßiger Körper ist, der von unsern Sinnen ohne Bewegung nicht würde empfunden werden; so muß man die vornehmsten Eigenschaften und Veränderungen desselben aus dessen Bewegung herleiten. Da nun die Bewegung des Lichts aus denen allgemeinen Gesetzen der Bewegung erklärt werden muß; so begreift man, warum die Optik nach der Mechanik vorgetragen werde.

§. 3.

Allgemeine Eintheilung der Optik.

Das Licht ist dasjenige Wesen, welches uns die körperlichen Dinge sichtbar macht.

Wollen wir davon, so viel möglich, deutliche Begriffe haben, so müssen wir die Lehre vom Sehen untersuchen. Dazu wird erfordert, daß uns das Werkzeug des Gesichts sowohl als die allgemeinen Eigenschaften des Lichts bekant sey. Dieses wird in dem ersten Theil der Optik vorgetragen, der auch insbesondere die Optik heißt. Da aber die Lage, scheinbare Entfernung und Grösse derer Körper sehr geändert wird, wenn das Licht entweder von undurchsichtigen Oberflächen zurückgeworfen oder von durchsichtigen Körpern in seiner Richtung geändert wird; so entstehen daraus zwei Nebenwissenschaften: die Catoptrik, in welcher die Veränderungen des Lichts, die durch die Reflexion entstehen, betrachtet werden, und gezeigt wird, wie dadurch Bilder der Objecte formirt werden; und die Dioptrik, welche die Brechung der Strahlen in durchsichtigen Körpern betrachtet, und zeigt, wie die Bilder durch diese Brechung entstehen.

§. 4.

Entwurf der Optik.

In der Optik wird vorgetragen

1) Die Lehre vom Sehen überhaupt; besondere Optik, dazu gehört
   a) Das Werkzeug des Gesichts, das Auge.
   b) Die allgemeinen Eigenschaften des Lichts. Hierbey kommt vor
      aa) All-

aa) Allgemeines Gesetz der Bewegung des Lichts in geraden Linien.
bb) Die daraus folgende Lehre vom Schatten.
cc) Die Lehre von den Farben.
dd) Die Bestimmung der scheinbaren Grösse, worunter wir die Körper sehen.

2) Von der scheinbaren Veränderung sichtbarer Dinge durch die Reflexion: Catoptrik.

Hier wird betrachtet

a) Die Lehre von Spiegeln überhaupt.

Dazu gehört

aa) Begriff des Bildes.
bb) Begriff des Spiegels.
cc) Eintheilung der Spiegel, in
α) platte,
β) krumme,
1) erhabene,
2) Hohlspiegel,
3) zusammengesetzte
αα) aus geraden und erhabenen,
N) cylindrische,
ב) konische,
ββ) aus hohlen und erhabenen.

b) Wie durch die Reflexion sichtbare Objekte verändert werden.

aa) Gesetz der Reflexion.

bb) Gesetz vom Orte des Bildes.
cc) Dessen Anwendung
α) auf platte Spiegel.
β) Auf Hohlspiegel. Hier bemerken wir
αα) den allgemeinen Grund,
ββ) dessen Anwendung:
1) Wenn sich das Objekt zwischen dem Brennpunct und der Oberfläche des Spiegels befindet.
2) Wenn es weiter als der Brennpunkt von dem Spiegel entfernt ist.
3) Wenn es sich im Brennpunkt befindet.
γ) Auf erhabene Spiegel.
αα) Allgemeiner Grund.
ββ) Dessen Anwendung.
dd) Zufällige Eigenschaften der Spiegel.
1) Daß die geraden Spiegel in der Zusammensetzung brennen.
2) Daß die geraden Spiegel in der Zusammensetzung die Objekte vervielfältigen.
3) Daß die Hohlspiegel brennen.
4) Daß erhabene Spiegel die Strahlen zerstreuen.

3) Von der scheinbaren Veränderung sichtbarer Dinge durch die Brechung des Lichts. **Dioptrik.** Hierbey bemerken wir

a) Das

a) Das Gesetz der Grösse der Brechung der Strahlen.

aa) Der Strahl wird beim Eingange in einen dichteren Körper gegen den Perpendikul, beim Ausgange aus demselben aber von ihm weggebrochen.

bb) Dieses geschieht im Glase fast um $\frac{1}{3}$, im Wasser um $\frac{1}{4}$ des Inclinationswinkels.

b) Bestimmung der Bilder durch die gebrochenen Strahlen.

aa) Allgemeines Gesetz: das Bild der Sache wird da gesehen, wo der Perpendikulair-Strahl sich mit den verlängerten gebrochenen Strahlen vereinigt.

bb) Anwendung desselben

α) In Hohlgläsern. Wobey wieder bestimmt wird

αα) Die allgemeine Eigenschaft derer Hohlgläser, daß sie die Strahlen zerstreuen.

ββ) Dessen Anwendung auf die Bilder der Sachen.

β) In erhabenen Gläsern, wobey wir wieder merken

αα) Die allgemeine Eigenschaft, daß die erhabenen Gläser die Strahlen vereinigen.

ββ) Die Anwendung derselben,

1) Wenn das Objekt zwischen dem Brennpunkt und dem Auge ist.

2) Wenn das Objekt weiter als der Brennpunkt vom Glase entfernt ist. Wobei es weiter bestimmt wird, nachdem das Objekt sich nahe am Brennpunct befindet, oder weit von demselben entfernt ist.

3) Wenn das Objekt sich im Brennpunct befindet.

γ) In vieleckten Gläsern.

cc) Instrumente, so daraus erklärt werden können.

1) Einfaches Microscopium.
2) Einfache Camera obscura.
3) Einfache Laterna magica.
4) Laterna magica mit zwey Gläsern.
5) Sonnenmicroscopium.
6) Camera obscura composita.
7) Astronomisches Fernglas.
8) Galiläanisches Fernglas.
9) Muschenbroekisches Vergrösserungsglas.
10) Tubus terrestris mit vier Gläsern.
11) Reflectirendes Teloscopium.
12) Dollandtische Ferngläser

Besondere Zusätze

I. zur Optik.

1) Vom Sehen überhaupt.

§. 5.

Structur des Auges.

Die ganze Structur des Auges kommt auf drei Stücke an. Man findet in demselben 1) Häute, welche gewisse Höhlungen bilden, 2) Feuchtigkeiten, welche diese Höhlungen anfüllen, und 3) einen besondern linsenförmigen durchsichtigen Körper.

Die Häute des Auges nehmen ihren Ursprung insgesamt vom Sehenerven. Dieser besteht, wie alle Nerven des Körpers, aus einem weichen markigten Wesen, welches die Verlängerung des Hirnmarks ist, und aus zwei Häuten, welche Fortsetzungen derer zwei Hirnhäute (dura und pia mater) sind. Beide Häute legt der Nerve an dem Ort ab, wo die Empfindung geschehen soll. Die erste Haut dehnt sich da, wo er in die knöcherne Augenhöhle eindringt, in eine hohle Kugel aus, welche in dem vorderen Theil erhabener und durchsichtig wird. In dem hintern Theil heißt sie die harte Haut (sclerotica), in dem vorderen durchsichtigen die Hornhaut (cornea). Die zweite Haut breitet sich unter dieser aus, und heißt die

Aderhaut (choroidea). Diese besteht, wie die zweite Hirnhaut, deren Fortsetzung sie ist, aus lauter Blutgefässen, ist in ihrer inneren Fläche völlig schwarz, in dem vorderen Theile wird sie flacher und farbigt. Sie besteht aus zwey Blättchen, wovon das obere in dem flachen Theile das **Regenbogenhäutchen** (Iris), das untere und innere aber die **farbigte Haut** (Uvea) heißt. Die Farbe des Regenbogenhäutchens ist verschieden, und giebt dem ganzen Auge den Namen dieser Farben. Ist sie bläulich, so heißt das Auge ein blaues Auge. In der Mitte dieser Haut ist eine runde Oeffnung, welche man den **Stern** (pupilla) zu nennen pflegt. Der markigte Theil des Nerven breitet sich über dem Aderhäutlein aus, und heißt die **netzförmige Haut** (Retina). Hinter dem Stern befindet sich ein durchsichtiger linsenförmiger **Körper** (Lens crystallina), den die Alten mit unter die Feuchtigkeiten zu rechnen pflegten. Dieser besteht aus einigen durchsichtigen übereinander liegenden Häuten, zwischen welchen sich eine höchst durchsichtige Feuchtigkeit befindet. Er liegt in einer Höhle der gleich zu beschreibenden gläsernen Feuchtigkeit, und ist in eine besondere, starke, aber durchsichtige Haut oder Kapsel eingefaßt, welche an denen Ligamentis ciliaribus befestigt ist, welches dünne Fäden sind, welche da entstehen, wo die harte Haut sich mit der farbigten vereinigt,

und

und sich endlich in der Kapsel der Linse endigen. In der Höhle zwischen der Retina und Linse befindet sich die gläserne Feuchtigkeit (humor vitreus). Dieses ist ein zeltigtes Gewebe, so aus vollkommen durchsichtigen Häuten besteht, die in ihren Zellen mit einer durchsichtigen wäßrichen Feuchtigkeit versehen sind. Die Höhle zwischen der Linse und der Hornhaut ist mit der wäßrichen Feuchtigkeit (humor aqueus) angefüllt. Diese ist ein durchsichtiges klares Wasser. Die Höhle selbst wird durch die farbigte Haut in zwey Kammern getheilt, welche vermittelst des Sternes mit einander Gemeinschaft haben. Der Stern aber kan durch Hülfe gewisser Fäserchen erweitert und verengert werden.

§. 6.

Wie das Sehen geschieht.

Die aus denen sichtbaren Dingen ausfliessende Strahlen werden in der wäßrichen Feuchtigkeit gebrochen, dringen durch den Stern in das Auge, wo sie von der Linse noch stärker gebrochen werden, und daher hinter derselben sich wieder vereinigen und ein Bild des sichtbaren Vorwurfs darstellen. Fällt dieses Bild unmittelbar auf die Retina, so wird es von derselben empfunden. Und diese Empfindung nennen wir das Sehen.

§. 7.

§. 7.

Nahes und fernes Gesicht.

Die Erfahrung lehrt, daß ein völlig gesundes Auge, sowohl in der Nähe, als in der Ferne die Objekte deutlich unterscheidet, daß nicht wenige Menschen nur bloß in der Nähe deutlich sehen, und andere, besonders alte Leute, die aber in der Jugend ein scharf Gesicht gehabt haben, nur entfernte Dinge deutlich unterscheiden. Der Grund dieser Begebenheit ist folgender: Das Bild eines entfernten Objekts ist nahe hinter der Linse, wie dieses in der Dioptrik soll erwiesen werden. Das Bild einer nahen Sache aber ist von der Linse weiter entfernt. Soll daher in beiden Fällen das Bild des Objekts auf die Retina fallen, so muß die Linse sich der Retina bald mehr bald weniger nähern. Dieses geschieht hauptsächlich durch die vier geraden und zwei schiefen Augenmuskeln. Indem die vier geraden Muskeln zugleich würken, wird das Auge zurückgezogen, die Achse desselben wird kleiner, und das ganze Auge kürzer. Muß nicht auch daher die Linse näher an die Retina gerückt werden? Würken aber die zwei schiefen Augenmuskeln, so wird das Auge von obenher gedruckt, folglich länger und schmaler, und die Linse muß sich von der Retina weiter entfernen. Hieraus sieht man leicht ein, daß die

vier geraden Augenmuskeln würken müssen, wenn man entfernte Objekte deutlich sehen will, da die zwei schiefen das Auge bei deutlicher Erblickung naher Vorwürfe zusammendrücken. Auch die ductus ciliares sollen nach der Meinung des Boerhaave und anderer hierzu etwas beitragen, welches aber nicht wohl möglich ist. Im übrigen ist es gewiß, daß auch die verschiedene Erhabenheit der Hornhaut, ja vielleicht des linsenförmigen Körpers selbst, nicht wenig dazu beitrage. Ist die Hornhaut sehr flach, so fallen die Bilder weiter hinter dieselbe; so wie sie ihr näher sind, wenn sie mehr erhaben ist.

Daraus läßt sich die Ursache der Kurzsichtigkeit leicht bestimmen. Ist die Linse so gewöhnt, daß sie sich weit von der Retina befindet, so können keine andere Objekte deutlich werden, als die, deren Bild weit hinter der Linse ist. Dieses sind aber nahe Objekte. Folglich wird nichts deutlich gesehen, als was dem Auge nahe ist. Steht die Linse zu nahe an der Retina, so ist nichts deutlich, als das, was einen kurzen Focum hat, und wo das Bild also kurz hinter der Linse ist. Da sich nun von entfernten Objekten das Bild nahe an der Linse befindet, so müssen nur die entfernten Objekte deutlich seyn. Eben so müssen die Bilder entfernter

Sachen bei flacher Hornhaut deutlich seyn, die Bilder naher Sachen aber müssen deutlicher seyn, wenn die Hornhaut erhaben ist. Denn bei entfernten Sachen ist der Focus zu kurz, und wird bei flacher Hornhaut erst gehörig verlängert. Ist aber die Hornhaut erhaben, so wird der Focus zu kurz. Bei nahen Dingen ist der Focus vor sich schon lang, und wird durch die flache Hornhaut zu weit verlängert, das ist, undeutlich. Durch eine erhabene Hornhaut aber wird er kürzer und daher das Bild auf die Retina gebracht.

§. 8.

Wie beiden zu helfen.

Es wird unten in der Dioptrik dargethan werden, daß die Hohlgläser die Strahlen zerstreuen, die erhabenen aber zusammenbringen. Ist daher die Entfernung des Bildes hinter der Linse zu klein, so wird sie durch ein Hohlglas verlängert. Daher bedienen sich Kurzsichtige bei Betrachtung entfernter Objekte dererselben. Ist die Entfernung des Bildes hinter der Linse zu groß, so wird sie durch erhabene Gläser kürzer. Und diese werden daher von Fernsichtigen bey Beobachtung naher Objekte gebraucht.

2) Von denen Farben.

§. 9.

Meinung des Boile, Cartesius, u. a. von denen Farben.

Boile glaubte, die Farben entstünden aus der Vermischung des Lichts mit dem Schatten. Ist seiner Meinung nach die Oberfläche des Körpers so beschaffen, daß wenig Licht von ihr in einen gewissen Raum reflektiret wird, so hat sie viel Schatten, und ihre Farbe ist dunkel. Das Gegentheil geschieht bei hellen Farben. Cartesius stellte sich das Licht als eine Reihe kleiner elastischer Kugeln vor, die sich alle um ihre Achse dreheten. War diese umdrehende Bewegung schnell, so war die Empfindung stark, welche wir davon im Auge hatten, das heißt, die Farbe war lebhaft. Malebranche verwandelte diese Kügelchen in Wirbel einer sehr feinen Materie, deren wirbelnde Bewegung wir im Auge empfinden solten.

§. 10.

Die Farben sind nicht im Körper, sondern Eigenschaften des Lichts.

Die Erfahrung lehrt, daß, wenn man den Sonnenstrahl in einem verdunkelten Zimmer durch ein dreiecktes gläsernes Prisma fallen läßt, beim Durchgang durchs Prisma Farben entstehen, die sich auf einer

ent-

entgegengesetzten weissen Wand sehr deutlich darstellen. Sondert man diese von einander ab, dergestalt, daß man das Licht von einer Farbe z. E. das rothe Licht besonders auffängt, so werden alle Körper in diesem Lichte roth aussehen, sie mögen sonst eine Farbe haben, welche sie wollen. Dieses geschieht mit einer jeden von denen ursprünglichen Farben: wäre nun die Farbe im Körper, so könte sie nicht von dem darauf fallenden Licht geändert werden.

§. 11.

Anmerkung.

Man muß hierbei den viersachen Gebrauch des Worts Farbe bemerken. 1) Eigentlich heißt Farbe nichts als eine gewisse Eigenschaft des Lichts, die wir im Auge empfinden. Wir haben z. E. eine andere Empfindung im Auge, wenn der Strahl in dasselbe fällt, den wir den rothen nennen, als wenn dieses vom blauen und violetten geschieht. 2) Die Empfindung im Auge selbst nennen wir auch Farbe. So sehen wir an dem von dem Ansehen der Sonne im Auge entstehenden Fleck Farben, ohngeachtet wir das Auge schliessen, oder im Dunkeln sind. Man nennt aber auch 3) die Fähigkeit des Körpers, dieses oder jenes Licht zu reflectiren, oder durchzulassen, die Farbe des Körpers. Endlich 4) nennen wir auch gewisse Materien, womit

womit die Körper überstrichen werden, um gewisse Arten des Lichts zu reflektiren, Farben. So ist der Zinnober und Karmin eine rothe Farbe. Die zwei letzten Arten der Farben heissen nur uneigentlich so.

§. 12.

Grund derer Farben.

Die Farbe ist eigentlich eine Eigenschaft des Lichts, die wir im Auge empfinden. (§. 11.) Da nun die Empfindung von der Würkung abhängt, die Würkung aber von der verschiedenen Gewalt bestimmt wird, so muß die Gewalt, mit welcher das Licht in das Auge würkt, verschieden seyn. Da die rothe Farbe die helleste unter allen einfachen Farben ist, so müssen die rothen Strahlen die grösseste Gewalt besitzen, und die violetten, als die dunkelsten, müssen sich mit der geringsten Gewalt bewegen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die verschiedene Gewalt in der verschiedenen Geschwindigkeit derer Lichtstrahlen bestehe. (S. meinen Versuch einer nähern Erklärung der Farben S. 33 u. f.). Die rothen Strahlen werden sich daher am geschwindesten bewegen, die violetten am langsamsten. Daraus läßt sich begreifen, warum die rothen am wenigsten, die violetten aber am stärksten gebrochen werden.

§. 13.

Es sind nur sieben Hauptfarben.

Läßt man den Lichtstrahl in einem verfinsterten Zimmer, auf gehörige Art durch ein dreiecktes gläsernes Prisma fallen, so erhält man an der gegenüberstehenden Wand eine länglichte gefärbte Erscheinung, die aus sieben in einander geschobenen gefärbten Cirkeln besteht. Der untere ist roth, darauf folgt orange, citronengelb, grün, hellblau, dunkelblau, und violet. Alle diese gefärbte Cirkel lassen sich leicht von einander absondern, aber nie in ihrer Farbe ändern. (S. Newtons Optice p. 18. imgleichen meine Erste Gründe der Naturl. 2 Th. p. 395.). Man lasse den rothen Strahl durch ein Brennglas, imgleichen durch eine oder mehrere Glasprismate gehen, man lasse ihn von verschiedenen gefärbten oder nicht gefärbten Körpern reflectiren, er wird seine Farbe beständig behalten. Dieses geschieht mit einem jeden dieser farbigten Strahlen. Alle übrige Farben entstehen daher aus der verschiedenen Vermischung dieser Hauptfarben.

§. 14.

Schwarz und Weiß sind keine wahre Farben.

Die Erfahrung lehrt, daß die Beraubung des Lichts in uns denjenigen Begriff hervorbringe, den wir von dem Schwarzen haben,

haben. Der Schatten ist daher schwarz, die Nacht ist schwarz, tiefe Löcher scheinen schwarz zu seyn. Alles dasjenige ist also schwarz, was wenig oder gar keine Lichtstrahlen in unser Auge bringt. Und schwarz ist daher keine Farbe, sondern nur etwas negatives.

Wenn man die Farben des Prismatis mit einem Brennglase auffängt, so werden sie wie alle andere Lichtstrahlen gebrochen, und in einen Brennpunkt gebracht. Hält man in diesen Punkt ein Papier, so verschwinden in demselben alle Farben, und der Punkt ist weiß. Hinter dem Brennpunkt aber kommen alle Farben, obgleich verkehrt, wieder zum Vorschein. Daraus schliessen wir, daß die weisse Farbe keine besondere Farbe sey, sondern aus der Vermischung aller übrigen Farben entstehe.

§. 15.

Licht, das auf dünne Scheibchen fällt.

Wenn man das Licht auf sehr dünne Scheibchen von Luft oder Wasser fallen läßt, so geht da, wo das Scheibchen im Glase nur $\frac{10}{13}$ eines Milliontheilchens vom Zoll dicke ist, alles Licht durch, und man siehet daher unten einen weissen, oben einen schwarzen Fleck (§. 14.). In der Dicke von $1\frac{11}{20}$ wird das blaue Licht reflectirt, das rothe aber durchgelassen. In der Dicke von $4\frac{3}{5}$ wird das gelbe

Licht reflektirt, und das violette Licht durchgelassen. Und endlich in der Dicke von $5\frac{4}{5}$ wird das rothe Licht reflektirt und das blaue durchgelassen. Wir schliessen daher, daß das Licht nach der verschiedenen Dicke derer durchsichtigen Scheibchen, worauf es fällt, verschiedene Farben verursache.

§. 16.

Ursache derer Farben der Körper.

Die Ursache derer verschiedenen Farben, worunter wir die Körper sehen, muß daher in der verschiedenen Dicke derer Scheibchen gesucht werden, woraus die Körper bestehen. Ist die Dicke derer Scheibchen eines Körpers, der gleiche Dichtigkeit mit dem Glase hat, $1\frac{11}{20}$, so werden bloß die blauen Strahlen von demselben reflektirt, die übrigen gehen durch, und der Körper sieht daher blau aus. So ist es mit der rothen und andern Farben beschaffen. Wir sehen daraus ein, wie die Farbe eines Körpers durch scharfe und fressende Liquores könne verändert werden, ohngeachtet diese Liquores nicht gefärbt sind.

II. Zu-

II. Zusätze zur Catoptrik.

1) Von denen Spiegeln überhaupt.

§. 17.

Das Bild.

Wir empfinden die Objekte durch Hülfe derer Lichtstrahlen, die von denenselben in unser Auge gelangen, und in demselben ein Bild formiren. So oft die Strahlen auf einerlei Art in das Auge fallen, so oft wird das Bild im Auge auf einerlei Art gemacht, und wir haben daher von dem sichtbaren Objekt einerlei Empfindung, wenn nemlich die Beschaffenheit des Auges beständig einerley bleibt. Wenn die Strahlen von einem gewissen Punkt auf eben die Art in unser Auge gebracht werden, als sie von dem Objekt selbst würden ins Auge gebracht worden seyn, so formirt sich das Bild des Objekts in unserm Auge auf eben die Art, als wenn das Objekt sich in diesem Punkt befünde, und wir sehen daher das Objekt in diesem Punkt. Und wenn wir aus andern Umständen überzeugt sind, daß sich das Objekt selbst in diesem Punkt nicht befinde; so sagen wir, es sey daselbst das Bild desselben anzutreffen. Das Bild ist daher alles dasjenige, von welchem die Strahlen eben so ausfliessen oder auszufliessen scheinen, als von dem Objekt selbst. Es sey M das Objekt, aus welchem die Strahlen Mm und Tab. VIII. Fig. 2.

MD ausfliessen. Diese fallen auf die Fläche AB, und werden von derselben in der Richtung MC und DF ins Auge gebracht. Eben dieses würde geschehen seyn, wenn sich das Objekt in m befunden hätte. Die Strahlen MC und DF scheinen uns also aus dem Punkte m zu kommen. Sie fallen auf eben die Art in unser Auge, als dieses würde geschehen seyn, wenn sie würklich aus m ausgeflossen wären. Sie formiren das Bild auf der Retinen auf eben die Weise. Wir sagen daher, es befinde sich in m das Bild des Objekts M.

§. 18.

Der Spiegel.

Die Erfahrung lehrt, daß die Körper die von denen sichtbaren Gegenständen ausfliessende Strahlen auf eine doppelte Art reflektiren. Entweder geschieht dieses so, daß wir dadurch Begriffe von denen Gegenständen bekommen, deren Strahlen von der reflektirenden Fläche zurückgeworfen werden; oder nicht. Im ersten Fall sagen wir, die Oberfläche spiegele. Da nun die Objekte, die wir durch die Reflexion empfinden, nicht selbst auf der reflektirenden Oberfläche befindlich sind, so müssen es die Bilder derselben seyn. Ein solcher Körper, der durch die Reflexion derer Strahlen deutliche Bilder derer

davor

davor stehenden Objekte darstellt, heißt ein Spiegel. Weil zu einem Bilde erfordert wird, daß die Strahlen eben so in unser Auge gelangen, wie sie aus dem Objekt selbst würden in das Auge gefallen seyn (§. 17.); so müssen die meisten Strahlen von der Oberfläche zurückgeschlagen werden, und nur sehr wenige verlohren gehen. Der Spiegel muß daher eine so viel als möglich glatte und undurchsichtige Oberfläche haben.

2) Zeichnung derer Bilder bei denen Spiegeln.

a) Gesetz der Spiegel.

§. 19.

Ort des Bildes.

Da die Erfahrung lehrt, daß die aus einem Punkt ausfahrende Strahlen divergiren, so haben wir uns schon dergestalt durch das übereinstimmende Zeugnis derer übrigen Sinnen zu denken gewöhnt, daß wenn zwei divergirende Strahlen in unser Auge fallen, wir den Punkt, aus welchem sie fliessen, da sehen, wo sich die Strahlen durchschneiden. Man nehme daher an, es sey M ein sichtbares Objekt, aus welchem der Strahl Mm, welcher perpendikulair ist, und MD ausfliessen, die in F und C reflektirt werden, und daher divergirend in unser Auge fal-

Tab. VIII. Fig. 12.

fallen. So formiren diese Strahlen in unserm Auge ein Bild des Objekts M, auf eben die Art, als wenn M sich in m befünde. Wir schliessen daher, die Strahlen kommen aus m, und sagen, in m befinde sich das Bild des Objekts, und setzen den Punkt M in m, wo sich beide Strahlen durchschneiden. Nun muß unter unzähligen Strahlen, die auf eine Oberfläche fallen, auch einer seyn, der auf derselben perpendikulair steht, wenigstens ist es möglich, daß wir einen dergleichen perpendikulair annehmen. Dieser Perpendikulairstrahl muß mit denen übrigen Strahlen in eben dem Punkt m vereinigt werden. Daraus folgt das Gesetz vom Orte des Bildes: das Bild befindet sich da, wo sich der Perpendikulairstrahl mit einem jeden andern reflektirten Strahle wirklich durchschneidet, oder doch durchschneiden würde, wenn man beide Strahlen verlängerte.

b) Anwendung dieses Gesetzes. Hohlspiegel.

§. 20.

Allgemeiner Grund der Hohlspiegel.

Tab. VIII. Fig. 3. Es sey AB die Oberfläche eines Spiegels, der nach einem Stück einer Kugel ausgehöhlt ist. Das Centrum der Fläche sey C, die Achse CP. Man setze, daß MD und

NE

NE zwei Lichtstrahlen wären, die mit der Achse parallel auf die Punkte D und E aufsfallen. Man lasse beide Strahlen dergestalt reflektiren, daß der Reflexionswinkel FDE dem Einfallswinkel MDA gleich sey: so wird der reflektirte Strahl DF die Achse des Spiegels in F durchschneiden. Dieser Punkt F heißt der Brennpunkt, und wenn der Bogen DP nicht viel über 30° beträgt, so ist PF ohngefehr $= \frac{1}{2}$ CP, das heißt, die Entfernung des Brennpunkts von dem Spiegel ist ohngefehr die Hälfte des Radii. Will man daher die Lage des reflektirten Strahls bei Hohlspiegeln bestimmen, so theile man den Radium CP in F in zwei gleiche Theile, und ziehe aus F gegen D, E, und andere dergleichen Punkte, auf welche die Parallelstrahlen fallen, gerade Linien DF, EF u. s. w. so werden dieses die reflektirten Strahlen seyn.

§. 21.

Anwendung, wenn das Objekt zwischen dem Spiegel und dem Brennpunkt steht.

Es sey wie vorhin, (es gilt dieses auch von allen folgenden Zeichnungen zur Katoptrik,) der Spiegel AB, das Centrum C, der Brennpunkt F, so daß FP $= \frac{1}{2}$ CP (§. 20.). Es befinde sich das Objekt MN zwischen F und P, das heißt, zwischen dem Tab. VII. Fig. 2.

Brennpunkt und dem Spiegel. So wird die Lage des Bildes durch die Zeichnung folgendermassen bestimmt. Man ziehe durch M und N die Strahlen MD und NE mit der Achse parallel, man ziehe aus D und E gegen F die geraden Linien DF und EF, so sind dieses die reflektirten Strahlen. Da nun alle gerade Linien, die auf der Oberfläche einer Kugel perpendikulair stehen, durch den Mittelpunkt der Kugel gehen, (p. Geom.) so ziehe man durch M und den Mittelpunkt C den Perpendikulairstrahl CM, und verlängere diesen und den reflektirten Strahl DF, bis sie sich in m durchschneiden; so wird m das Bild seyn von M. Auf eben diese Art wird auch das Bild von dem untern Theil N in n dargestellt. Da nun alle übrige Punkte von MN zwischen M und N fallen, so müssen auch alle übrige Punkte des Bildes zwischen m und n fallen. Das ganze Bild steht daher in mn, gerade vergrössert, und hinter dem Spiegel.

§. 22.

Wenn das Objekt weiter als der Brennpunkt vom Spiegel entfernt ist.

Tab. VIII. Fig. 4. Befindet sich das Objekt MN weiter vom Spiegel, als der Brennpunkt, so durchschneidet sich der reflektirte Parallelstrahl MD mit dem Perpendikulairstrahl Mm unterwerts

terwerts in m, der Strahl NE aber mit dem Perpendikulairstrahl Nn oberwerts in n. Das Bild steht daher in nm klein und verkehrt vor dem Spiegel. Hält man zwischen dem Mittelpunkt und Brennpunkt ein weiß Papier, so stellt sich das Bild auf demselben klein und verkehrt dar.

§. 23.

Wenn das Objekt im Brennpunkt steht.

Steht das Objekt MN in dem Brennpunkt F, so wird der reflektirte Strahl FD mit dem Perpendikulairstrahl CM parallel. Da nun Parallelstrahlen sich nicht durchschneiden können, das Bild aber da steht, wo sich die Strahlen durchschneiden; so kan auch kein Bild formirt werden. Tab. VIII. Fig. 3.

Erhabene Spiegel.

§. 24.

Allgemeiner Grund.

Es sey auch hier AB die erhabene Fläche des Spiegels, C das Centrum, MN das Objekt. Man ziehe aus M gegen C die auf dem Spiegel perpendikulair stehende Linie MC. Man ziehe ferner mit der Achse des Spiegels PC den Parallelstrahl MD, welcher in D auf die Oberfläche des Spie- Tab. VIII. Fig. 4

gels

gels trift. Man lasse diesen Strahl dergestalt reflektiren, daß der Reflexionswinkel dem Einfallswinkel gleich sey, und verlängere den reflektirten Strahl hinterwerts, so daß er die Achse des Spiegels in F durchschneidet, so ist F der Zerstreuungspunkt, und FP wird, wenn der Bogen DP nicht viel über 30° ist, gleich seyn $\frac{1}{2}$ PC, oder dem halben Radio. Will man daher die Lage des reflektirten Strahls bestimmen, so ziehe man durch F und D die gerade Linie FD, deren Fortsetzung die Lage des reflektirten Strahls ist.

§. 25.

Dessen Anwendung.

Das Objekt sey MN, die Parallelstrahlen MD und NE, die Perpendikulairstrahlen MC und NC. Diese durchschneiden sich mit denen gegen den Zerstreuungspunkt F aus D und E gezognen verlängerten und reflektirten Strahlen in m und n, folglich steht zwischen m und n das Bild des Objekts gerade und klein, zwischen dem Zerstreuungspunkt und der Oberfläche.

§. 26.

Cylindrische und Konische Spiegel.

Cylindrische Spiegel sind der Länge nach gerade Spiegel; die Durchschnitte aber, welche

che mit der Grundfläche parallel geschehen, sind Zirkelschnitte. Daher haben cylindrische Spiegel, der Länge nach die Eigenschaften eines geraden, der Quere nach aber die Eigenschaften eines erhabenen Spiegels. Sie machen also die Objekte schmäler, als sie sind. Eben dieses gilt auch von konischen Spiegeln, nur mit dem Unterscheid, daß, weil die Durchschnitte des Kegels desto kleiner werden, je näher sie der Spitze kommen, auch die Bilder oben der Breite nach kleiner, das heißt, schmaler werden.

§. 27.

Anamorphotische Bilder.

Da die cylindrischen und konischen Spiegel die Bilder schmaler vorstellen, als sie seyn solten; so werden sie die gehörige Breite erhalten, wenn sie genau um so viel breiter gezeichnet werden, als sie der Spiegel schmaler vorstellt. Dergleichen verzogene Bilder heissen anamorphotische Bilder.

3. Zufällige Eigenschaften der Spiegel.

§. 28.

Platte Spiegel brennen und vervielfältigen.

Wenn man die Sonnenstrahlen mit einem platten Spiegel auffängt, und gegen

Tab. XI. Fig. 6. gen F reflektiren läßt, und fängt ferner mit den platten Spiegeln B, C, D, E, u. s. w. die Sonnenstrahlen auf, und läßt sie insgesamt dergestalt gegen F fallen, daß sie sich in diesem Punkte durchschneiden, so wird das Licht in F um so viel dichter, je mehr Spiegel vorhanden sind. Athan. Kircher hat dieses schon angegeben, Nollet hat es einigermassen nachgemacht, und Buffon hat sogar damit gezündet, und daher wahrscheinlich gemacht, daß die alten Brennspiegel des Archimedes zu Syracus von eben dieser Art gewesen.

Setzt man zwei platte Spiegel unter einem spitzen Winkel neben einander, so stellt sich das Bild eines jeden Spiegels in dem andern dar, und dieses geschieht desto öfter, je spitzer der Winkel ist; dadurch vervielfältigen sich die Objekte. Dieses ist der Grund derer sogenanten Karitätenkasten, in welche man durch verschiedene Oeffnungen hineinsieht, und durch jede Oeffnung was anders sieht, wovon doch jedes den ganzen Kasten zu füllen scheint.

§. 29.

Zufällige Eigenschaft der Hohl- und erhabnen Spiegel.

Weil die Hohlspiegel die mit der Achse parallel fallenden Strahlen in dem Brennpunkt

punkt vereinigen (§. 20.), dadurch aber die Würkung des Lichts grösser werden muß, so wird auch die Hitze dadurch grösser, und übt unglaubliche Würkungen aus. Man nennt daher solche Spiegel auch Brennspiegel. Da hingegen die reflektirten Strahlen bey erhabenen Spiegeln hinter dem Spiegel sich vereinigen würden, wenn man sie verlängerte, (§. 24.): so müssen sie sich vor dem Spiegel zerstreuen. Durch solche Spiegel wird das Licht also zerstreuet und geschwächt.

III. Zusätze zur Dioptrik.

1) Zeichnung derer Bilder.

§. 30.

a) Ort des Bildes.

Wenn zwei Strahlen MD und MC aus einem sichtbaren Gegenstande ausfliessen, und durch die Brechung in eine solche Lage kommen, daß sie hinterwerts verlängert in m einander durchschneiden würden; so muß es dem Auge, in welches sie fallen, scheinen, als kämen sie aus m. Folglich muß die Sache in m gesehen werden. Da sie sich nun nicht würklich in m befindet, so muß in m das Bild von M stehen (§. 17.). Da nun unter denen unzähligen Strahlen, die aus M Tab. IX. Fig. 5.

aus

ausfliessen, auch einer perpendikulair seyn muß, wenigstens ein solcher angenommen werden kan: so muß das Bild da gesehen werden, wo sich der Perpendikulairstrahl mit denen gebrochenen durchschneidet, oder durchschneiden würde, wenn man die Strahlen verlängerte.

§. 31.

b) Hohlgläser, allgemeine Eigenschaft.

Tab. IX. Fig. 1.

Es sey AB die hohle Oberfläche eines Glases, das nach einer Kugelfläche geschliffen ist, C das Centrum dieser Kugel, FP die Achse des Glases, GD ein mit der Achse parallel einfallender Strahl, CD die Perpendikulairlinie. Da der Strahl beim Eingang in das Glas gegen den Perpendikul gebrochen werden muß, der Strahl aber vor sich in der Richtung DF fortgehen würde, wofern kein Glas da wäre, so wird er jetzt in die Richtung DH gebrochen werden, und wenn man ihn rückwerts fortsetzt, wird er die Achse in F durchschneiden. Dieser Punkt heißt der Zerstreuungspunkt, und die Erfahrung lehrt, daß, wenn das Glas auf einer Seite hohl, auf der andern platt ist, FP fast dem Diameter gleich sey, wenn DP nicht viel über 30° beträgt. Ist das Glas aber auf beiden Seiten gleich stark erhaben, so ist FP dem Radio gleich. Hieraus kan man

die

die Lage des Strahls nach der Brechung in Hohlgläsern leicht bestimmen. Man zieht nemlich den Strahl GD mit der Achse parallel, macht FP dem Diameter gleich, und zieht durch die Punkte F und D die gerade Linie FH, welche hinter dem Glase in DH die Lage des gebrochenen Strahls bestimmt.

§. 32.

Anwendung.

Es sey, wie in allen folgenden Zeichnungen, AB die hohle Oberfläche des Glases, das Objekt in MN. Man trage den Radium CP aus C in f auf die Achse des Glases; so ist f der Zerstreuungspunkt (§. 31.). Durch M und N ziehe man mit der Achse parallel die gerade Linien MD und NE, ingleichen durch M und das Centrum C, wie auch durch N und C die Perpendikulairstrahlen MC und NC, durch D und f, imgleichen durch E und f ziehe man die gerade Linie fF und fG. Diese stellen die gebrochenen und rückwerts fortgesetzten Strahlen vor, die sich mit denen Perpendikulairstrahlen in m und n durchschneiden. Das Bild des Objekts MN wird daher in m n klein, näher, und daher deutlicher vor Kurzsichtige, denen das Objekt deutlicher wird, je näher es dem Auge ist. Tab. IX. Fig. 2.

§. 33.

c) Erhabene Gläser. Allgemeiner Grund.

Tab. IX. Fig. 1.

Es sey AB die erhabne Oberfläche des Glases, die nach einem Stück einer Kugel gerundet ist, der mit der Achse parallel einfallende Strahl DE, welcher, wenn kein Glas vorhanden wäre, in der Richtung DG fortgehen würde. Dieser muß beim Eingang des Glases gegen den Perpendikul gebrochen werden. Man ziehe daher die Perpendikullairlinie DC; so wird der Strahl sich im Glase derselben nähern, folglich in die Lage DF kommen, und daher die Achse des Glases in F erreichen. Die Erfahrung lehrt, daß, wenn das Glas auf einer Seite platt, auf der andern aber erhaben ist, FP dem Diameter des Glases fast gleich sey, wenn der Bogen DP nicht sehr groß ist. Ist das Glas aber auf beiden Seiten gleich stark erhaben, so ist FP=CP. Da dieses von allen Strahlen gilt, die mit der Achse parallel einfallen; so schliessen wir, daß sich alle Parallelstrahlen in einem Punkt hinter dem Glase vereinigen, und dieser Punkt heißt der **Brennpunkt.** Man kan daher die Lage der Parallelstrahlen hinter dem Glase leicht bestimmen. Man lege den Diameter oder den Radium des Glases von P in F, man ziehe darauf den Punkt D, auf welchen der Parallelstrahl fällt, mit F zusammen,

men, so ist DF die Lage des Strahls hinter dem Glase.

Es sey MD ein mit der Achse parallel einfallender Strahl, der hinter dem Glase in die Lage DF kommt. Man ziehe mit DF durch den Mittelpunkt des Glases C die Parallellinie MC, welche die vorige MD in D durchschneidet; so müssen die beiden Strahlen MD und MC hinter dem Glase parallel werden. Denn der Perpendikulairstrahl MC wird beim Eingang ins Glas nicht gebrochen, der Parallelstrahl aber kommt in die Lage DF, welche mit MC parallel ist. (per hyp.) Dieser Punkt, so wie der in der Achse unter M liegende Punkt f, in welchem sich die hinter dem Glase durch die Brechung parallel werdende Strahlen vor dem Glase vereinigen, heißt auch der Brennpunkt. Tab. IX. Fig. 3.

Hieraus ist es klar, daß, wenn ein Objekt in Mf steht, die Strahlen desselben durch die Brechung hinter dem Glase parallel werden. Da nun der Strahl DF beständig einerlei Lage behält, das Objekt mag nahe oder weit vom Glase entfernt seyn; so muß sich nur die Lage des Perpendikulairstrahls ändern. Und man siehet leicht, daß, wenn das Objekt näher an das Glas gerückt wird als f, der Strahl MC nicht

mehr mit DF parallel bleibe, sondern sich immer weiter von demselben entfernen müsse, daher vereinigen sich die Strahlen, wenn sie verlängert werden, vor dem Glase. Wird aber das Objekt weiter als f vom Glase entfernt, so kommen beide Strahlen näher an einander und vereinigen sich daher hinter dem Glase.

Tab. IX. Fig. 4. Ist das Glas auf beiden Seiten erhaben, so fällt der Brennpunkt f in den Mittelpunkt des Glases. Steht daher vor dem Glase ein Objekt MN, so wird der mit der Achse parallel einfallende Strahl MD in Df gebrochen. Der Perpendikulairstrahl Mf aber wird nicht in f gehen. Denn da er nur auf der einen Oberfläche AKEB perpendikulair steht, nicht aber auf der andern AGB, so wird er beim Ausgange aus dem Glase in G sich von dem Perpendikul Gf entfernen, und in die Lage GI gebracht werden. Die Erfahrung lehrt, daß auch GI mit Df parallel sey, wenn das Objekt im Brennpunkt steht.

§. 34.

Anwendung, wenn das Objekt zwischen dem Brennpunkt und dem Glase steht.

Tab. IX. Fig. 5. Befindet sich das Objekt MN zwischen dem Brennpunkt F, und der Oberfläche

fläche des Glases AB, und das Glas ist auf einer Seite erhaben; so mache man PF und Pf dem Diameter des Glases gleich (§. 33.). Man ziehe aus M und N die Parallelstrahlen M D und NE, welche in Df und Ef gebrochen werden. Man ziehe durch eben diese Punkte M und N und das Centrum C die Perpendikulairstrahlen MC und NC, so werden sich diese, wenn man sie verlängert, mit denen verlängerten gebrochenen Strahlen vorwerts in m und n durchschneiden (§. 33.) und daher in mn das Bild der Sache darstellen (§. 30.). Indem die Strahlen MC und Df ins Auge fallen, so scheinen sie aus m zu kommen, und das Auge muß daher, weil sie sonst zu weit aus einander fahren, zwischen dem Glase und dem Brennpunkt f seyn, wenn das Bild gesehen werden soll. Dieses Bild steht, wie die Zeichnung lehrt, in mn vor dem Glase, gerade und vergrössert.

§. 35.

Wenn das Objekt weiter entfernt ist, als der Brennpunkt.

1) Wenn MN sehr weit von dem Brennpunkt F steht, so convergiren die Strahlen hinter dem Glase (§. 33.), folglich erreichen sie sich daselbst in m und n, Tab. IX. Fig. 6.

und das Bild steht daher in nm klein und verkehrt. Da sich hier die Strahlen würklich durchschneiden, so steht hier ein würkliches Bild, da bei dem vorigen Fall (§. 34.) sie sich nur zu durchschneiden schienen, und also nur ein scheinbares Bild darstellten. Man kan daher dieses Bild durch ein in die Gegend mn gehaltenes Papier sichtbar machen.

Tab. X. Fig. 1.

2) Steht das Objekt MN zwar weiter von dem Glase, als der Brennpunkt F ist, aber doch dem Brennpunkt nahe, so kommt der Perpendikulairstrahl weiter von dem gebrochenen ab, und erreicht ihn daher erst weiter in n und m, daher wird das Bild in nm verkehrt und groß hinter dem Glase stehen. Auch dieses ist, weil sich die Strahlen Dm und Mm durchschneiden, ein würkliches Bild, und kan daher auf einer weissen Wand aufgefangen werden.

§. 36.

Wenn das Objekt im Brennpunkt steht.

Da die Strahlen hinter dem Glase parallel werden, wenn sie aus dem Brennpunkt vor demselben ausfahren (§. 33.); parallelle Strahlen sich aber nicht erreichen, folglich auch kein Bild formiren (§. 20.): so kan kein

Bild

Bild erfolgen, wenn das Objekt sich im Brennpunkt des erhabenen Glases befindet.

2. Optische Instrumente.

§. 37.

Einfaches Microscopium.

Ein einfaches Microscopium besteht aus einem einzigen erhabenen Glase, welches ein Stück einer sehr kleinen Kugel seyn muß. Bringt man das Objekt zwischen den Brennpunkt und das Glas, so erscheint das Bild desselben groß und gerade (§. 34). Folglich sind solche Gläser Vergrösserungsgläser. Da aber das Bild bei dessen Vergrösserung undeutlich werden würde, weil sich die Strahlen zu weit zerstreuen, so muß es stark erleuchtet werden. Dieses geschieht bei denen Liberkühnschen und Wilsonischen Vergrösserungsgläsern durch ein erhabenes Glas, welches das Collektivglas heißt, in dessen Brennpunkt das Objekt gestellt werden muß. Da bei einer kleinen Kugel die Krümmung des Glases AB stärker seyn muß, als wenn das Glas ein Stück von einer grossen Kugel ist, so ist auch die Brechung bei D desto grösser. Es kommen daher beide Strahlen Df nnd Mc weiter herunter, und der Punkt m, wo sie sich durchschneiden, fällt daher höher,

Tab. IIX. Fig. 5.

folglich wird das Bild grösser. Es vergrössern daher erhabene Gläser desto stärker, je kleiner sie sind.

§. 38.

Einfache Camera Obscura.

Bei einer Camera obscura muß ein verdunkelter Raum da seyn, in welchen das Licht nur durch ein kleines rundes Loch fällt, worin sich ein erhabenes Glas befindet. Weil die entfernten Objekte ausserhalb des Brennpunktes, und weit von demselben sind; so muß sich das Bild hinter dem Glase klein und verkehrt darstellen (§. 35.). Man sieht daher auf einem kurz hinter den Brennpunkt gehaltenes Papier oder mattgeschliffenen Glase, die Objekte sehr deutlich.

§. 39.

Einfache Zauberlaterne.

Bei einer einfachen Zauberlaterne wird ein durchsichtiges und starkerleuchtetes Objekt kurz vor den Brennpunkt eines erhabenen Glases gestellt. Da nun alsdenn ein grosses und verkehrtes Bild hinter dem Glase erscheint (§. 35.); so müssen sich diese Bilder auf einer weissen Wand darstellen.

§. 40.

Zusammengesetzte Zauberlaterne.

Hier befindet sich in dem Brennpunkt F des Hohlspiegels OP ein brennendes Licht mit einer starken Flamme. Die aus dem Brennpunkt kommende Strahlen werden von dem Hohlspiegel parallel reflektirt, und erleuchten daher das auf Glas gemahlte durchsichtige Bild MN. Dieses steht im Brennpunkte des erhabenen Glases AB. Die aus M ausfahrende Strahlen werden daher hinter dem Glase in AB parallel herunter gebrochen. Eben dieses gilt von denen aus N ausfliessenden Strahlen, welche in BC parallel gebrochen werden (§. 36.). Hier fallen sie auf das zweite erhabene Glas $\alpha\beta$, von welchem sie in n und m in einen Punkt gesammelt werden (§. 33.), und daher in nm ein grosses und verkehrtes Bild darstellen. Soll dieses Bild grösser werden, so darf man nur MN näher an AB bringen, als der Brennpunkt ist, so divergiren die Strahlen hinter dem Glase (§. 33.) und werden daher erst in einer grösseren Entfernung hinter $\alpha\beta$ vereinigt, daher müssen die Punkte n und m weiter aus einander kommen und das Bild grösser werden. Man kan hierbei a) die Bilder an der Wand gerade erhalten, wenn die Gemählde verkehrt einge-

Tab. X. Fig. 2.

schoben werden. b) Man kan aber auch aus einer zusammengesetzten Zauberlaterne eine einfache machen, indem man das Glas αβ wegnimmt, und das Gemählde MN weiter von dem Glase AB zurückruckt, dergestalt, daß es weiter von demselben entfernt wird, als der Brennpunkt. Die Bilder, welche man auf diese Art erhält, sind dunkler, weil sie hier viele Strahlen zerstreuen, die sonst durch das Glas αβ zusammengebracht werden.

§. 41.

Sonnenmicroscopium.

Tab. X. Fig. 3. Man befestigt an ein hölzernes viereckes Gestelle, auf welchem eine runde Scheibe eingesetzt ist, damit der Spiegel gedrehet werden kan, einen platten Spiegel OP, der sich durch Schnuren auf und nieder bewegen läßt. In der Scheibe wird eine runde Oeffnung gemacht, in welche eine Röhre gesetzt wird, die ausgezogen werden kan. In dieser Röhre befindet sich das erhabene Collektivglas AB; an dem andern Ende aber das kleine und stark erhabene Glas αβ, welches von einem gewöhnlichen einfachen Microscopio genommen werden kan. Das Objekt, welches kleine durchsichtige Insekten, oder andere dergleichen Körper seyn können,

die

die zwischen zwei Gläser eingeklemmt werden, wird nahe an dem Brennpunkt beider Gläser eingeschoben. Dadurch wird es von dem Glase AB stark erleuchtet. Wenn ein Objekt nahe an dem Brennpunkt steht, aber doch weiter als derselbe von dem Glase entfernt ist, so wird hinter demselben ein grosses und verkehrtes Bild dargestellt (§. 35. 2.). Es muß also auch hier ein grosses und verkehrtes Bild in nm dargestellt werden, welches man auf einer weissen Wand auffangen kann. Man hat bei diesem Microscopio zweierlei Vortheil. 1) Können mehrere Personen ein Objekt auf einmahl übersehen, welches sonst bei denen gewöhnlichen Vergrösserungsgläsern von einem allein geschehen kan. 2) Kan man die Vergrösserung nach Belieben grösser und kleiner machen. Denn weil das Glas αβ sehr klein ist, so können sich die Strahlen Nn und NBn nicht weit von einander entfernen, sie stellen daher das Bild des Objekts in verschiedenen Entfernungen deutlich vor. Allein es sind auch bei diesem Microscopio verschiedene Unvollkommenheiten. Denn 1) ist es bei starker Vergrösserung fast unvermeidlich, daß nicht der Rand des Bildes gefärbt erscheinen solte. 2) Können keine andern Objekte dargestellt werden, als durchsichtige. Inzwischen ist es sehr wahrscheinlich, daß diese

letzte

letzte Unvollkommenheit sich endlich werde heben lassen.

§. 42.

Zusammengesetzte Camera Obscura.

Tab. XI. Fig. 5. Hier ist alles wie bei der einfachen, nur wird in die Gegend des Bildes nm ein Spiegel OP schief gestellt, so daß die von M ausfliessende Strahlen, die sich sonst in m vereinigt hätten, in D und E auf den Spiegel fallen, und von demselben dergestalt reflektiret werden, daß sie sich oberwerts in μ vereinigen; so wie die aus N ausfliessende Strahlen auf F und G fallen und in ν zusammenkommen. Fängt man daher dieses Bild mit einem geöhlten Papier oder mattgeschliffenen Glase auf, und das Auge befindet sich in Q, so stellt es sich in $\mu\nu$ gerade auf einer Fläche dar.

§. 43.

Astronomisches Fernglas.

Ein Astronomisches Fernglas besteht aus zwei erhabenen Gläsern, einem Objektivglase, das von einer grössern Kugel genommen wird, und einem Okularglase, welches ein Stück einer kleinern Kugel und daher stärker erhaben ist. Beide Gläser werden

der-

dergestalt in denen Röhren, worin sie befestigt sind, zusammengeruckt, daß die Brennpunkte zusammenstossen. Geschieht dieses, so stellen sich die Objekte verkehrt und vergrössert dar. Es sey αβ das Objektivglas, und das Objekt MN sey weit ausser dessen Brennpunkt, so werden die Strahlen Mα und MD sich in m, die Strahlen Nβ und NE sich in n vereinigen, und daher in nm ein kleines verkehrtes Bild vorstellen (§. 35. 1.). Steht dieses Bild zwischen dem Brennpunkt und dem Okularglase AB, so werden die aus n und m ausfliessende Strahlen in ν und μ vereinigt, und stellen das Bild nm in νμ vergrössert dar (§. 34). Da nun nm verkehrt stand, so muß man durch einen dergleichen Tubum die Objekte verkehrt und vergrössert sehen. Tab. X, Fig. 4.

Eben dieses ist der Grund des aus zwei Gläsern zusammengesetzten Microscopii, nur daß AB alsdenn das Objektiv- und αβ das Okularglas wird.

§. 44.

Galiäanisches Fernglas.

Dieses besteht aus einem erhabenen Objektivglase und hohlen Ocularglase, und stellt die Objekte groß und gerade dar.

Es

Tab. XI. Fig. 1. Es sey αβ das erhabene Objektivglas, MN ein Objekt, welches sich weit ausser dem Brennpunkt befindet: so stellen die aus M und N ausfliessende Strahlen in νμ ein kleines und verkehrtes Bild dar (§. 35. 1.). Wird in der Weite des Zerstreuungspunktes vor diesem Bilde das Hohlglas AB gestellt, so werden die Strahlen MD und ME, die auf das Hohlglas in D und E fallen, von demselben zerstreuet (§. 31.) und kommen daher in die Lage DH und EI. Verlängert man diese Strahlen rückwerts, so durchschneiden sie sich in m: so wie sich die aus N ausfliessende und in DF und EG gebrochene Strahlen in n vereinigen. Man siehet daher das Bild MN in mn gerade und vergrössert.

Die gewöhnlichen Taschenperspektive werden auf eben diese Art, aus einem erhabenen und hohlen Glase zusammengesetzt.

§. 45.

Muschenbroeckisches Microscopium.

Tab. XI. Fig. 2. Es besteht dieses aus drei erhabenen Gläsern, dem Objektivglase AB, so stark erhaben ist, und denen beiden Okulargläsern

sern αβ und ab, deren das erste auf einer Seite platt, auf der andern erhaben, das zweite aber auf beiden Seiten erhaben ist. Es stellt dieses die Objekte groß, aber verkehrt vor. Das Objekt MN wird, wenn es durchsichtig ist, durch einen Hohlspiegel, sonst aber durch ein Brennglas erleuchtet, und befindet sich nahe an dem Brennpunkt des Glases AB. Daher stellt sich das Bild desselben groß und verkehrt in μν dar (§. 35. 2.). Dieses Bild steht zwischen dem Brennpunkte des zweiten Glases αβ und dem Glase, daher divergiren die Strahlen hinter demselben und fallen auf diese Weise auf das Glas ab (§. 34.). Von diesem werden sie aufs neue gebrochen, und vereinigen sich in n und m (§. 33.), das Bild stehet daher groß und verkehrt.

§. 46.

Fernglas mit vier Gläsern.

Dieser Tubus terrestris, oder das gewöhnliche grössere Perspektiv, besteht aus dem Objektivglase αβ, und denen drei Okulargläsern a b, בא und AB, und stellt die Objekte groß, gerade und deutlich dar. Da sich das Objekt MN

Tab. XI. Fig. 4.

weit

weit von dem Brennpunkt des Glases $\alpha\beta$ befindet, so stellt sich das Bild desselben in $\nu\mu$ klein und verkehrt dar (§. 35. 1.). Dieses steht genau in dem Brennpunkt des Glases ab, und die aus diesem Bilde ausfliessende Strahlen werden hinter dem Bilde parallel, die aus ν ausfliessende Strahlen werden herunter, die Strahlen μ in die Höhe gebrochen (§. 33.). Da nun Parallelstrahlen wieder in einem Punkt versammelt werden (§. cit.): so müssen sich die Strahlen aus μ in m, die aus ν in n vereinigen, und daher ein kleines aber gerades Bild in m n darstellen. Es steht dieses Bild zwischen dem Brennpunkt des Glases AB und dem Glase, und muß daher in m n vergrössert erscheinen (§. 35. 1.). Folglich muß man bie Objekte durch ein dergleichen Fernglas groß und gerade sehen.

§. 47.

Reflektirendes Teloscopium.

Weil bei dem vorigen Perspektiv vier Gläser sind, und die Strahlen also sehr ofte gebrochen werden, so müssen sie, wenn diese Ferngläser sehr lang sind,

weil

weit aus einander kommen, und daher Farben hervorbringen. Dieses ist der Grund, warum sie nicht bequem am Himmel gebraucht werden können. Newton kam daher auf die Erfindung, Hohlspiegel statt derer Gläser zu gebrauchen. Sein Einfall ward glücklich ausgeführt, allein seine Teloscope waren sehr unbequem, weil man auf der Seite hineinsehen muste. Dieser Fehler ward verbessert, und Short hat sie bis zur grösten Vollkommenheit gebracht.

Ein solches reflektirendes Teloscopium besteht aus einem grossen in der Mitte mit einer runden Oeffnung versehenen Hohlspiegel AB. Diesem gegen über steht der kleine Hohlspiegel $\alpha\beta$, welcher an einem starken eisernen Drath befestigt, und vermittelst einer Schraube beweglich ist. Forne ist der Tubus offen, hinten aber befindet sich eine enge Röhre mit zwei Gläsern ab und $\alpha\beta$, deren das erste auf einer Seite platt, auf der andern erhaben, das zweite aber ein Meniskus ist. cd ist eine schwarze hölzerne Scheibe mit einer in der Mitte befindlichen Oeffnung zur Abhaltung des falschen Lichts. Hält man das Auge in Tab. XI. Fig. 3.

den Brennpunkt des Glases αβ, so sieht man das Objekt groß und gerade.

Es sey das Objekt MN, die Parallelstrahlen Mμ und Nν, diese fallen auf den Hohlspiegel AB, und formiren daher vor demselben ein klein und verkehrtes Bild in nm (§. 22.). Dieses Bild wird mit dem Hohlspiegel αβ aufgefangen. Und da die Brennpunkte beider Hohlspiegel zusammenstossen, und die Strahlen μm und νn daher durch den Brennpunkt φ des Hohlspiegels αβ gehen, so werden sie von demselben parallel reflektirt (§. 23.). Diese Parallelstrahlen werden von dem Glase ab in einen Punkt F gebracht (§. 33.), wo sie sich durchschneiden, und hierauf auf das Glas αβ fallen, aus welchem sie ins Auge gebracht werden. Da nun die Strahlen aus dem Punkt M in der Richtung Mμmbαf und also oberwerts ins Auge fallen, so sehen wir den Punkt M auch oben. Eben so fallen die aus N ausfliessende Strahlen in der Richtung Nνnaβf und also unterwerts ins Auge. Wir sehen daher N unten, und das Objekt erscheint also gerade. Man kan auch dieses folgendergestalt darthun.

Das

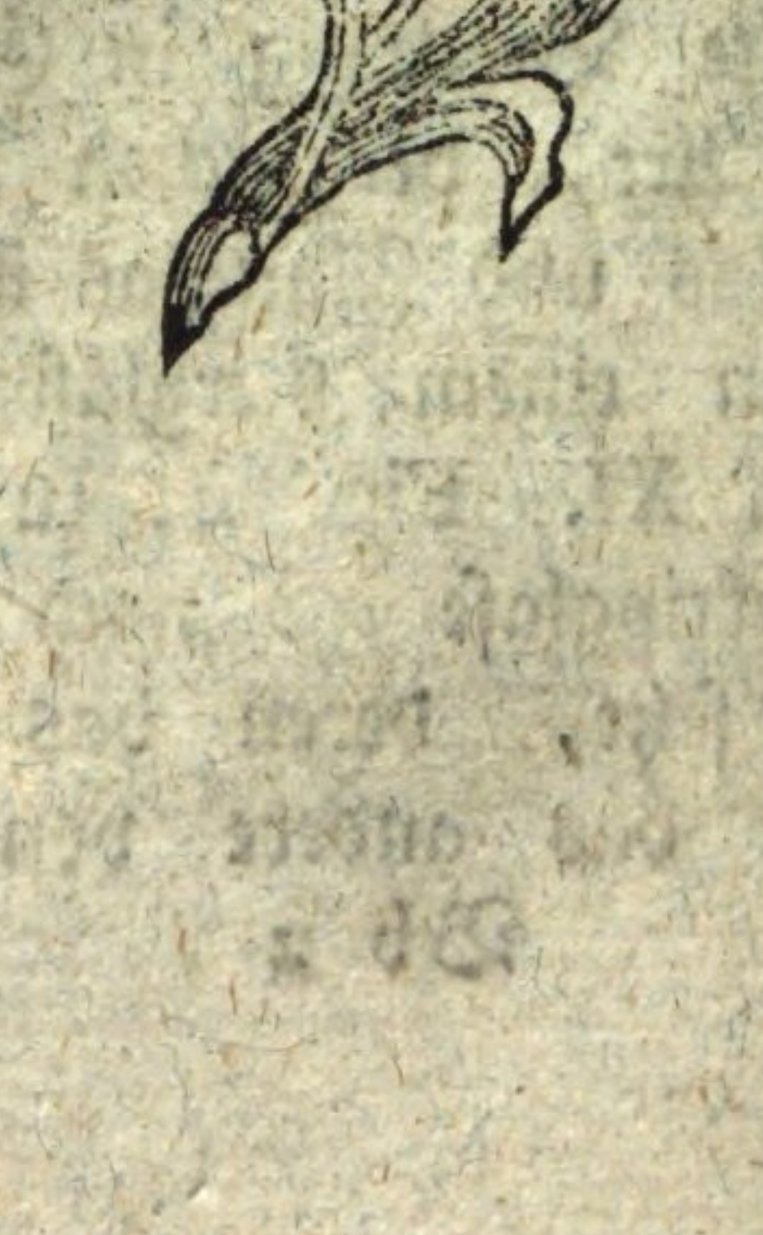
Das Glas ab stellt das Bild nm hinter sich klein und verkehrt dar (§. 35. 2.). Da es nun schon verkehrt ist, so muß es durch eine nochmahlige Umkehrung gerade werden. Dieses kleine gerade Bild wird durch das Glas αβ vergrössert, weil es als ein erhabenes Glas würkt (§. 35. 1.).

§. 48.

Dollondische Ferngläser.

Den Fehler, welchem Newton durch die Hohlspiegel abzuhelfen suchte, hat Dollond durch blosse Gläser verbessert. Die öftere Brechung der Strahlen macht Farben (§. 13.); sollen diese vermieden, und das Bild deutlich werden, so müssen die gebrochene und in Farben verwandelte Strahlen wieder mit einander vereinigt werden. Dieses geschieht durch eine gedoppelte Brechung in Gläsern von verschiedener Art, dergleichen das englische Kronenglas und Flintglas ist. Wenn man daher in einem viergläsrigten Tubo §. 46. Tab. XI. Fig. 4. zu dem erhabenen Objektivglase αβ noch ein hohles Objektivglas setzt, deren das eine von Kronenglas, das andere von Flintglas

ist, so formirt sich das kleine verkehrte Bild in νμ ohne alle Farben und sehr scharf. Dieses wird durch die drei Okularglaser ab, בא und AB stark vergrössert und verkehrt, und stellt das Bild groß und gerade dar. Diese Vergrösserung wird noch mehr vermehrt, wenn das Glas AB von einer kleinen Kugel genommen wird. S. meine Erste Gründe der Naturlehre §. 403. nach der dritten Ausgabe.



Zusä-

Zusätze
zur
Sinonik.

§. 1.

Allgemeine Gründe der Sonnenuhren.

Es sey Pp die Achse der Erde, AQ die verlängerte Fläche des Aequators. Man stelle sich vor, daß sich die Sonne in Q befinde, und daß die Erdachse eine würkliche Stange sey: so wird sie einen Schatten der Sonne gegenüber werfen. Dieser Schatten muß die Fläche des Aequators erreichen. Und da sich die Sonne in 24 Stunden um die Erde scheinbar bewegt, so muß auch der Schatten der Erdachse in 24 Stunden sich rund um die Fläche des Aequators bewegen. Da sich ferner die Sonne gleichförmig bewegt, und

Tab. XII. Fig. 2.

in gleichen Zeiten gleiche Raume durchläuft, wenigstens die Abweichung nicht sehr merklich ist: so muß auch der Schatten der Erdachse in gleicher Zeit gleiche Raume durchlaufen. Theilt man daher die Fläche des Aequators in 24 gleiche Theile, so muß der Schatten einen solchen Theil in einer Stunde durchlaufen. Macht man sich von der Aequatorfläche ein Modell, welches in einer cirkelrunden Fläche aq besteht, und steckt nach einem rechten Winkel durch den Mittelpunkt derselben die Stange $\Pi\pi$ durch, welche die Achse der Erde vorstellt, und man richtet diese Stange mit der Achse der Erde parallel auf, so muß der Schatten von $\Pi\pi$ gleichfalls in einer Stunde den 24sten Theil von der Peripherie dieser Fläche durchlaufen.

§. 2.

Aequinoktialuhr.

Ein solches Modell der Aequatorsfläche mit der darüber aufgerichteten Stange, die mit der Erdachse parallel ist, heißt

heißt eine Aequinoktialuhr. Denn da der halbe Diameter der Erde in Ansehung der grossen Entfernung der Sonne, vor nichts zu achten ist, so ist es einerlei, ob dieses Modell, welches eigentlich im Mittelpunct der Erde C stehen solte, sich daselbst oder auf deren Oberfläche befindet. Daraus läßt sich die Construktion der Aequinoktialuhr sowohl als ihre Würkungsart begreifen.

§. 3.

Eintheilung der Sonnenuhren.

Alle Sonnenuhren werden auf einer Fläche beschrieben, die

1) mit dem Horizont parallel ist, dieses heissen Horizontaluhren.

2) Oder mit demselben einen Winkel macht. Dieser ist

a) entweder ein rechter Winkel, und alsdenn heißt die Uhr eine Vertikaluhr, und ist

aa) entweder nach einer von denen Hauptgegenden gerichtet, und zwar

α) gegen Mittag, eine Mittagsuhr.

β) gegen Mitternacht, Mitternachtsuhr.

γ) gegen Morgen, Morgenuhr.

δ) gegen Abend, Abenduhr.

bb) oder nicht, denn heißt sie eine deklinirende Uhr.

b) oder nicht. Denn ist der Winkel entweder so groß

aa) als die Aequatorshöhe, dieses sind die Aequinoktialuhren.

bb) oder als die Polhöhe, Polaruhren.

cc) oder als keines von beiden, denn heissen sie inklinirte Uhren. Diese stehen

a) entw

α) entweder nach einer Hauptgegend.

β) oder nicht. Diese heissen deklinirte Uhren.

§. 4.

Grund der Zeichnung derer übrigen Uhren.

Man stelle sich vor, EF sey eine Aequinoktialuhr, die Zeigerstange sey EG, imgleichen FD, welche mit EG parallel ist. ABCD sey ein Würfel, an welchen die Aequinoktialuhr in A angelegt ist, so wird der Schatten der Zeigerstange der Aequinoktialuhr, EB, auch auf die Horizontalfläche AB fallen, und daher auf derselben die Stundenlinien bestimmen. Nun ist y ein rechter Winkel (§. 1.), o aber ist der Aequatorshöhe gleich. Daher ist x der Polhöhe gleich (§. 62. der Astr. in Wolf. Ausz.). Es muß daher die Zeigerstange in der Horizontaluhr, mit der Uhr einen Winkel machen, welcher der Polhöhe gleich ist. Weil ferner der Winkel Tab. XII. Fig. 1.

ABC

ABC ein rechter Winkel ist, so ist $x + p = 90°$ (§. 38. Geom.). Nun ist x der Polhöhe gleich, daher ist p der Aequatorshöhe gleich (§. 62. Astr.). Weil ferner die Fläche EF die Fläche des Aequators ist, so steht BC gegen Mittag, und BG ist daher die Zeigerstange einer Mittagsuhr. Diese muß daher mit der Uhr einen Winkel machen, der so groß ist als die Aequatorshöhe. Aus eben der Ursache ist AD die Mitternachtsfläche. Nun ist der Winkel BAD ein rechter Winkel, und daher $n + o = 90°$, und folglich n der Polhöhe gleich. Da aber auch bei F ein rechter Winkel ist (§. 1.): so ist auch $n + r = 90°$ und daher r der Mittagshöhe gleich. Es muß daher bei Mitternachtsuhren die Zeigerstange mit der Fläche einen Winkel machen, der so groß ist als die Aequatorshöhe. Nur muß, wie man aus der Zeichnung leicht sieht, die Zeigerstange bei D unten aufgerichtet werden, da sie bei denen Mittagsuhren in B oben stand. Setzt man endlich die Aequinoctialuhr in BD auf der Morgen- oder Abendseite an, so macht der

auf

auf die Fläche verlängerte Schatten die Morgen- oder Abenduhr; in t u aber wird die Polaruhr bestimmt.

§. 5.

Grund derer inklinirenden Uhren.

Erster Fall: Wenn die Fläche FC zwischen den Aequator AQ und das Zenith Z fällt. Tab. XII. Fig. 3.

Man ziehe LK perpendikulair auf FC, und drucke den Horizont HR in LK herunter, so wird die Aequatorshöhe AL seyn, und FC ist alsdenn eine vertikale Fläche, die mit ihrem unteren Theile gegen Mittag, mit dem oberen aber gegen Mitternacht gerichtet ist. Man beschreibe also auf derselben unten eine Mittagsuhr, oben aber eine Mitternachtsuhr, auf die Aequatorshöhe $ACL = ACH + HCL$.

Es ist aber ZCH = 90°
FCL = 90°
daher ZCH = FCL
Man ziehe davon ab FCH = FCH

so ist ZCH — FCH = FCL — FCH
oder FCZ = HCL

Dieses substituire man, so ist ACL = ACH + FCZ, das ist, die Aequatorshöhe, nach welcher die Uhr eingerichtet werden muß, ist gleich der Aequatorshöhe des gegebenen Orts, und dem Compl. des Inklinationswinkels der Fläche FC mit dem Horizont oder dem Abweichungswinkel vom Zenith.

Tab. XII. Fig. 4.

Zweiter Fall: Wenn FC zwischen den Aequator und Horizont fällt.

Man erhebe den Horizont bis in FC, so wird PK die Polhöhe seyn. Man beschreibe daher auf der Fläche FC eine Horizontaluhr auf die Polhöhe PCK.

Nun ist PCK = PCR + RCK
RCK = FCH (§. 38. Geom.)
daher PCK = PCR + FCH

Das

Das ist, man muß die Polhöhe nehmen, welche der Summe gleich ist aus der Polhöhe des gegebenen Orts und dem Inklinationswinkel der Fläche FC.

Dritter Fall: Wenn FC zwischen das Zenith und den Pol fällt. Tab. XII. Fig. 5.

Man ziehe LC perwendikulair auf FC, und drücke den Horizont in KL herunter, so ist PK die Polhöhe und FC auf dem Horizont perpendikulair, AL aber die Aequatorshöhe. Da nun der untere Theil der Fläche FC gegen Mitternacht, der obere aber gegen Mittag steht, so beschreibe man auf der Fläche FC oben eine Mittagsuhr, unten aber eine Mitternachtsuhr, auf die Aequatorshöhe ACL.

Nun ist ACL = ACH — HCL
es ist aber FCL = 90°
ZCH = 90°
daher FCL = ZCH
ZCL = ZCL

FCL — ZCL = ZCH — ZCL
daher HCL = ZCF.

Die-

Dieses substituire man oben, so ist ACL= ACH—ZCF, das ist, der Unterscheid zwischen der Höhe des Aequators und dem Abweichungswinkel der Fläche vom Zenith.

Tab. XII. Fig. 6. **Vierter Fall: Wenn FC zwischen den Pol und Horizont fällt.**

Man erhebe den Horizont in FC, so wird PF die Polhöhe seyn. Man beschreibe daher eine Horizontaluhr auf die Polhöhe PCF. Nun ist PCF=PCR—FCR, das ist, der Unterscheid zwischen der Polhöhe des gegebenen Orts und dem Inklinationswinkel der Fläche mit dem Horizont.

Druckfehler.

Seite 32 Zeile 28 für B lies E.
— 43 — 23 — N — I.
— 82 — 8 — zr — z.
— — — 11 — tw — lw.
— 137 Tab. XVI. F. 6. — Tab. XVI. Fig. 7.
— 151 — 24 — Saugröhre l. Steigeröhre.
— 209 — 3 — 7: III — 7:½II.
— 247 — 6 — DE — DC.
— 260 — 18 — Stufen — Seifen.
— 289 Tab. XXIII. F. 8. — Tab. XXIII. F. 7.
— 324 — 23 — OZ — OP.
— 326 soll am Rande beim §. 62. stehen Tab. XXV. Fig. 5.

Tab. I.

Fig. 2.

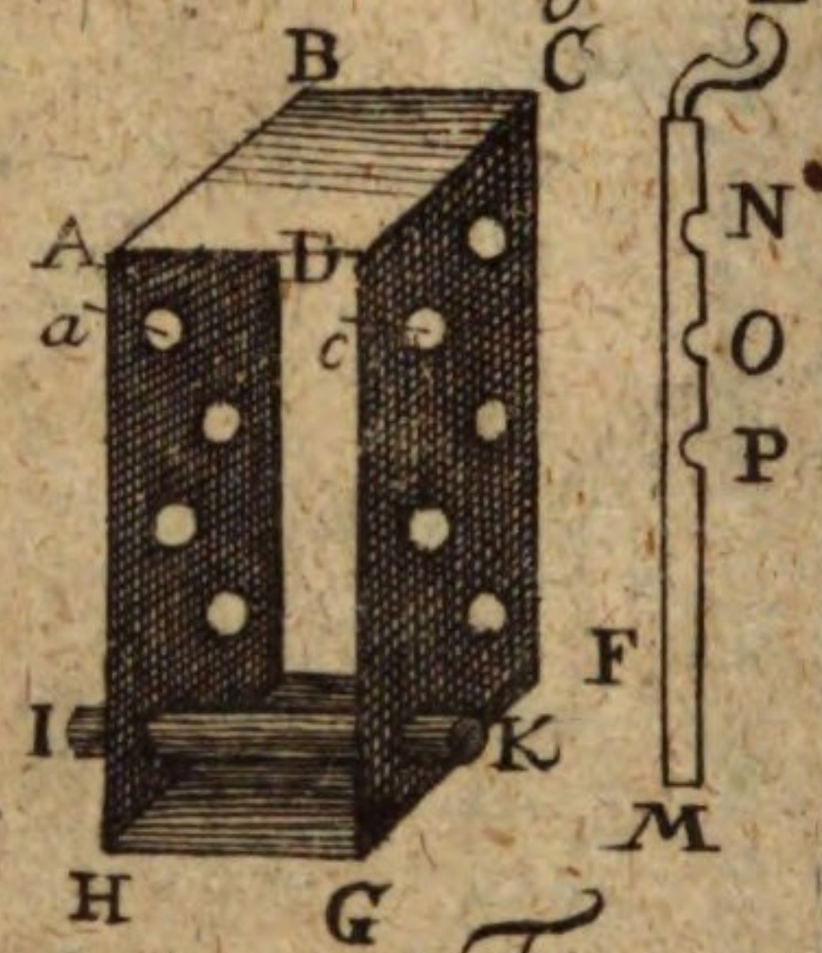


Fig. 5.

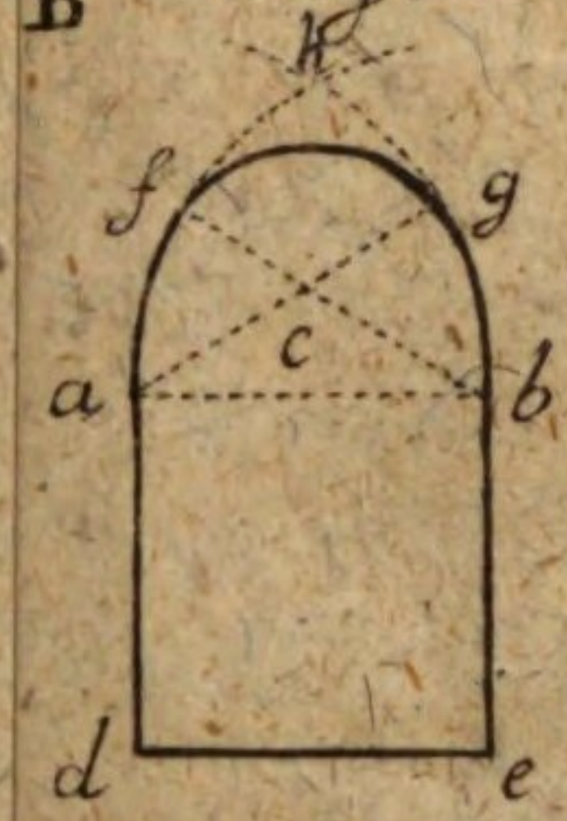


Fig. 3.

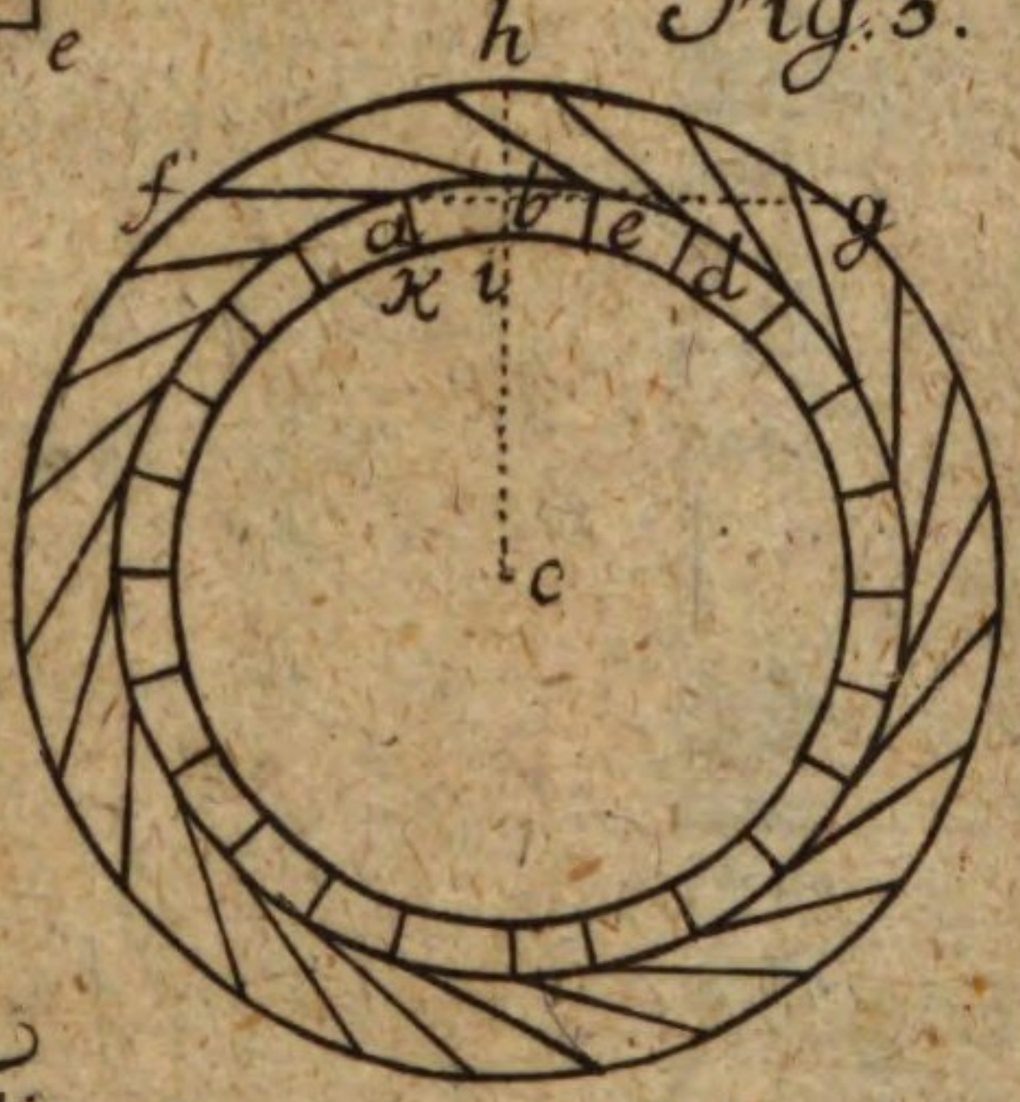
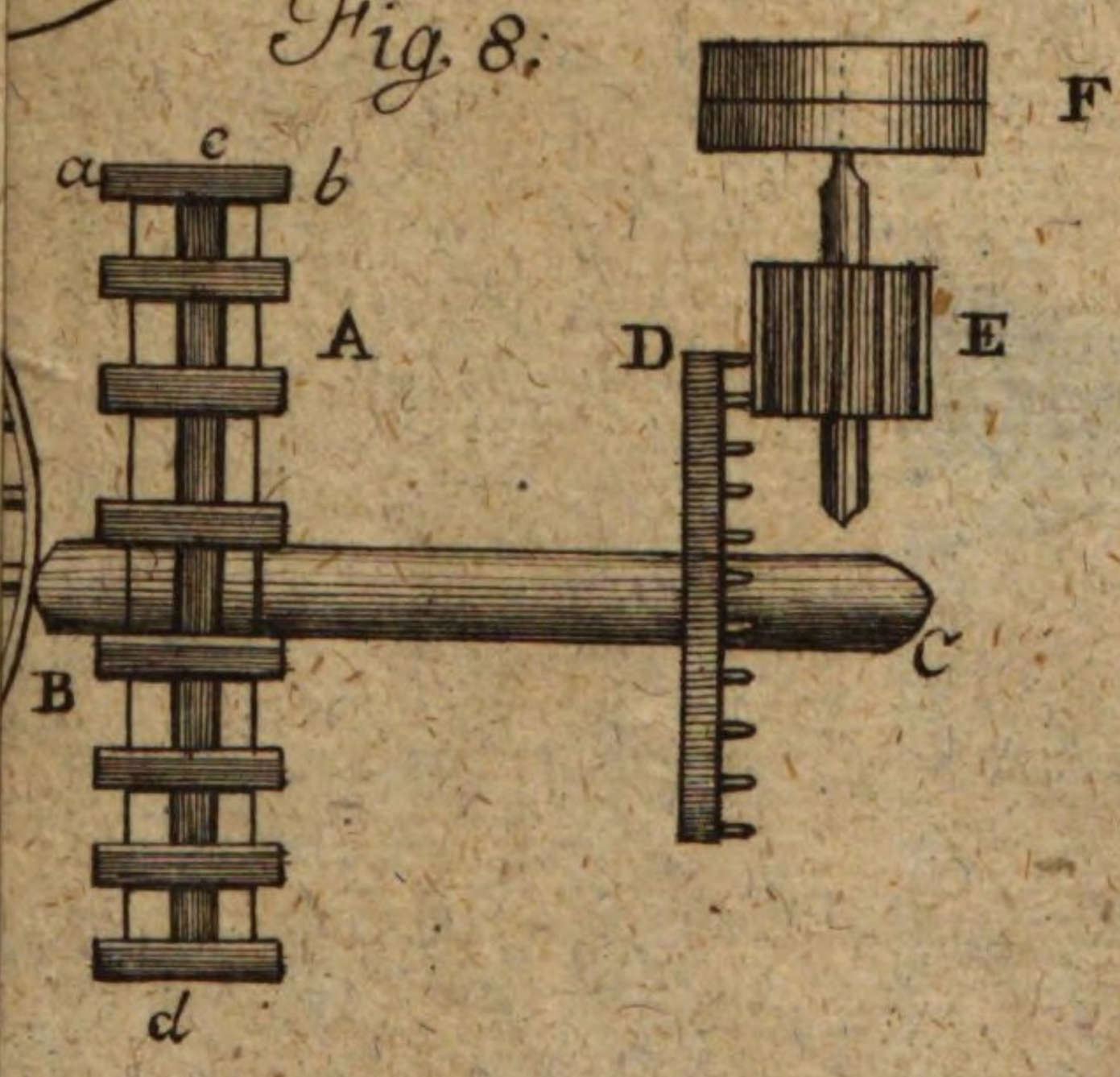


Fig. 8.



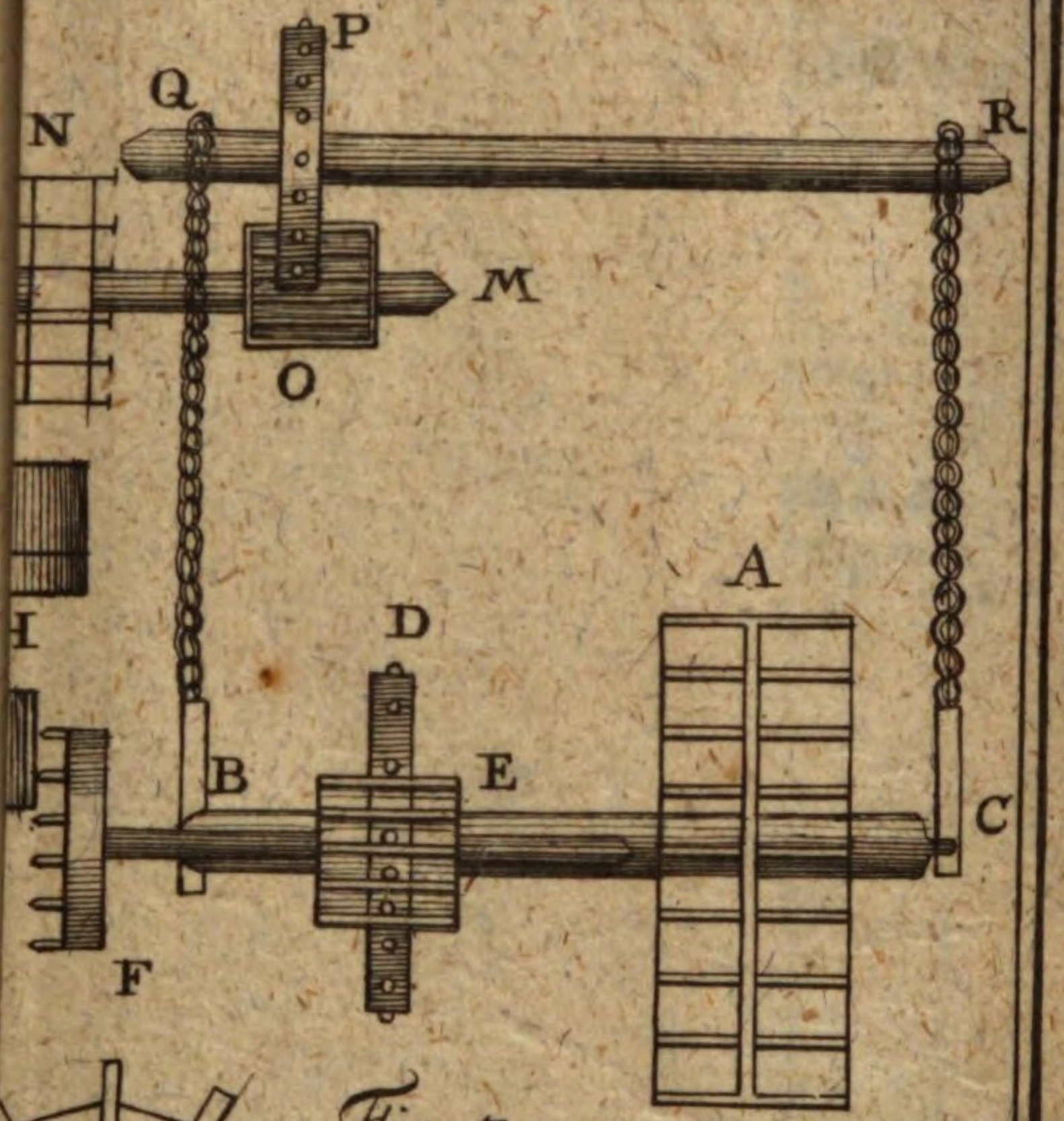
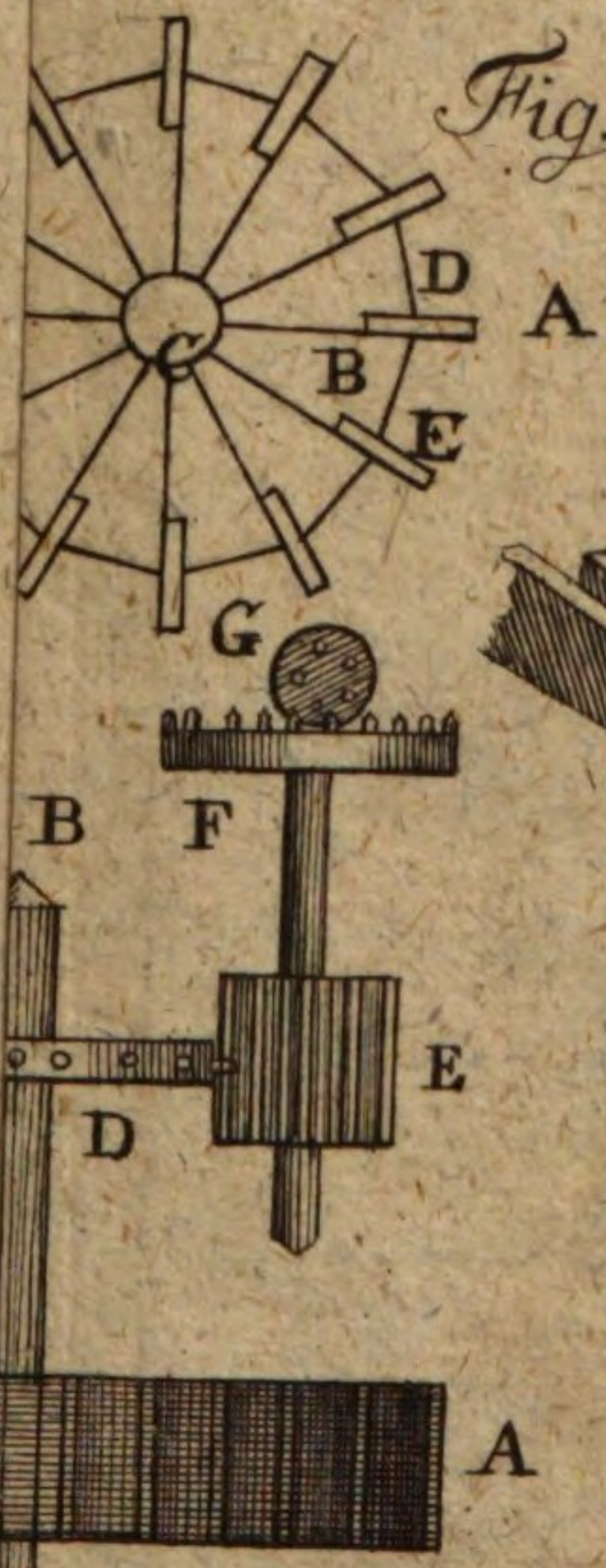


Fig. 3.



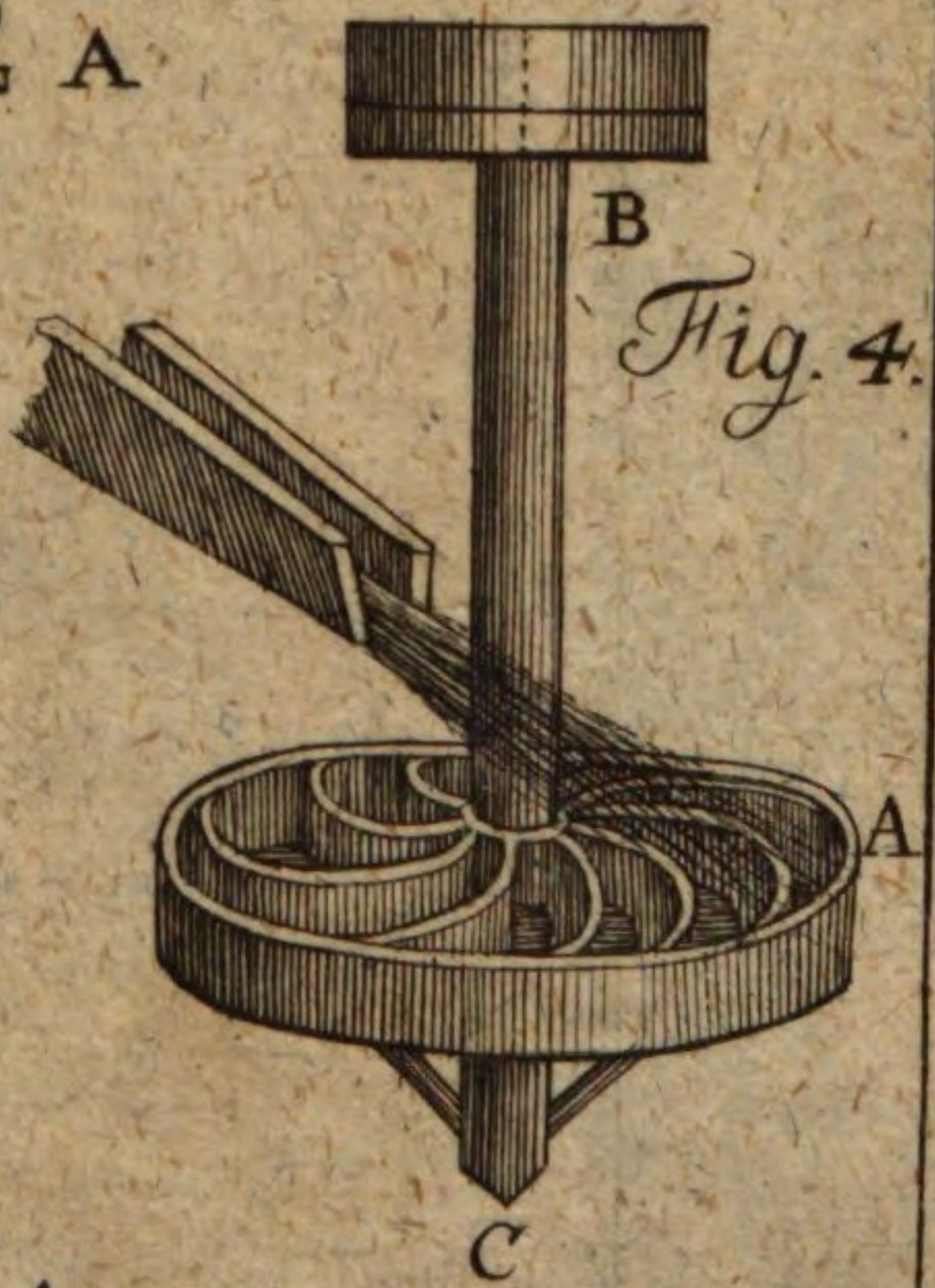
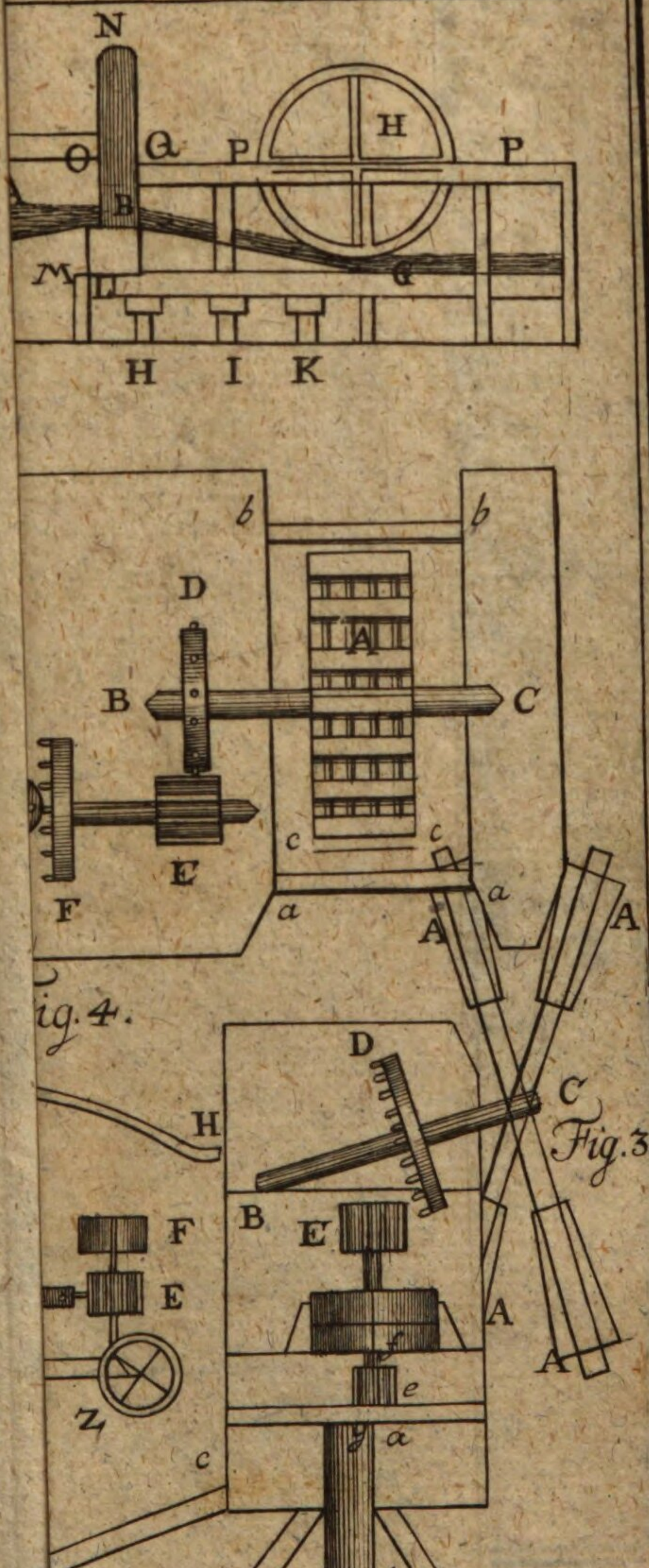


Fig. 4.


N
O
Q
P
H
P
B
M
L
G
H I K
b
b
D
A
B
C
c
c
F
E
a
a
A
A
Fig. 4.
H
D
C
Fig. 3.
F
E
B
E
A
A
f
e
c
g
a
b

Tab. IV.

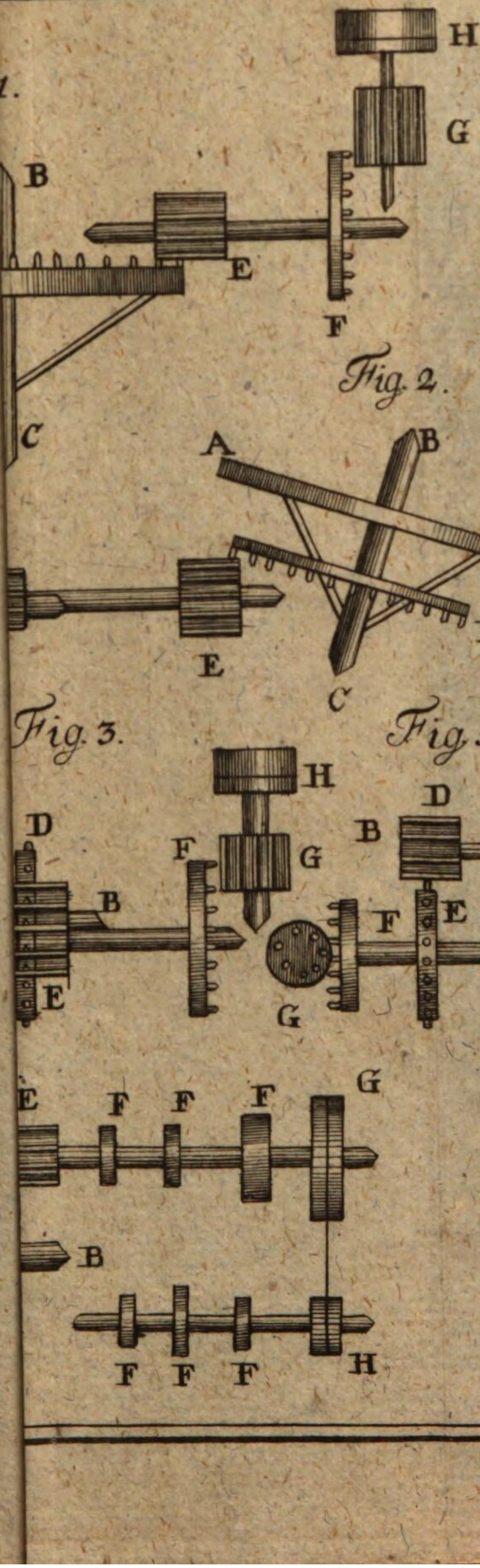


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 5.

Tab: V.

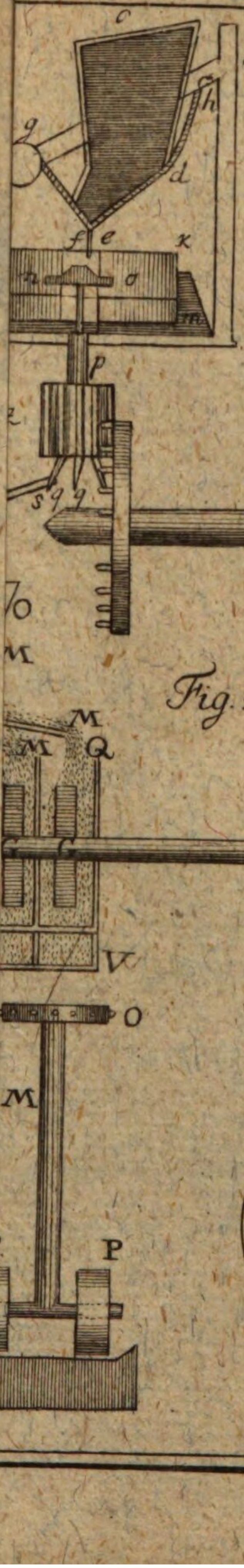


Fig. 3.

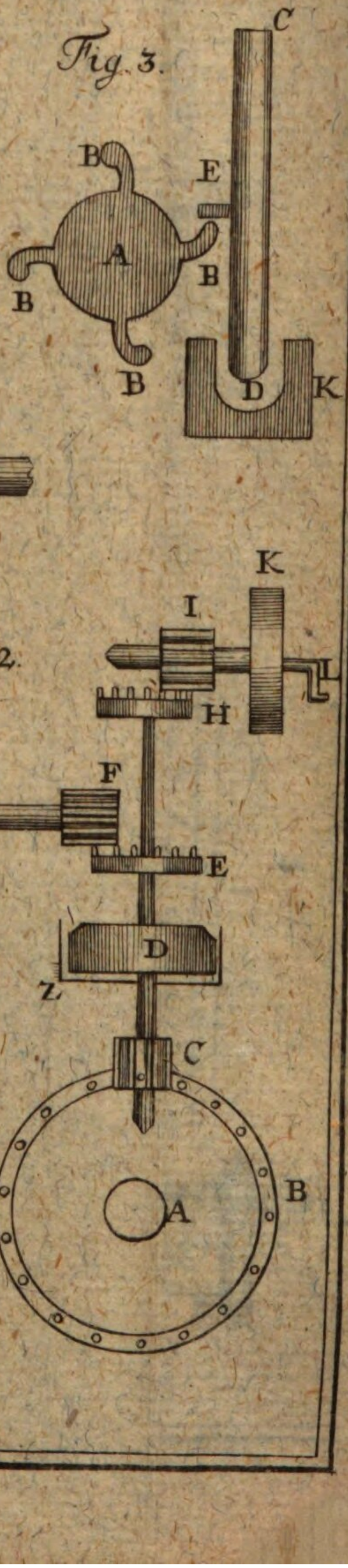


Fig. 2.

Tab. VII.

Fig. 1.

Fig. 4.

Tab. VIII.

Fig. 1.

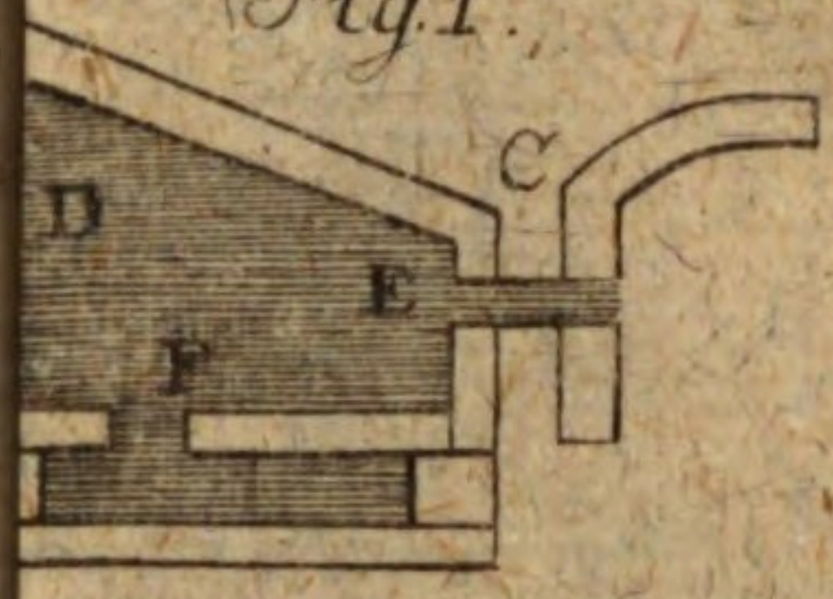


Fig. 6.

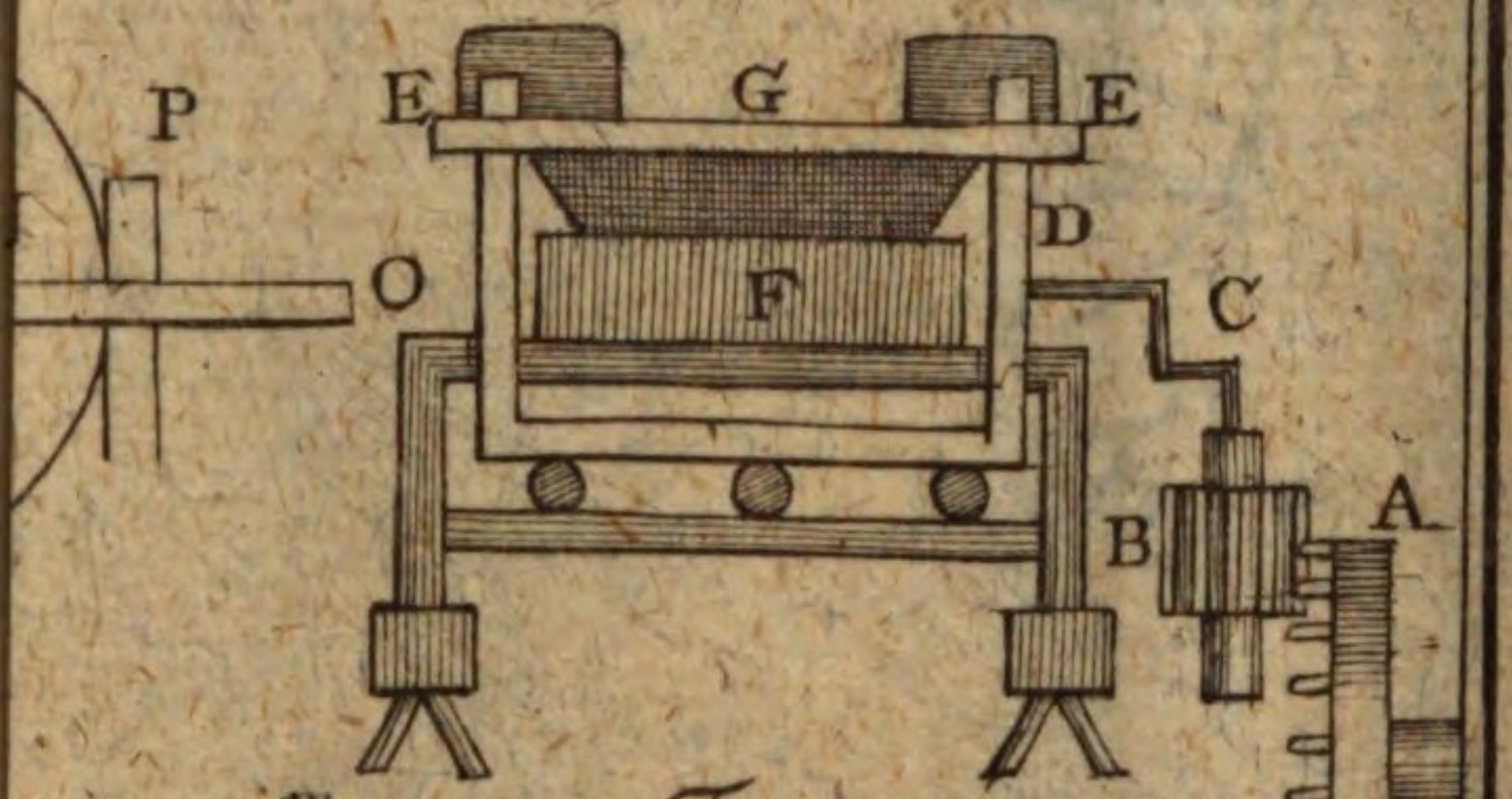


Fig. 3.

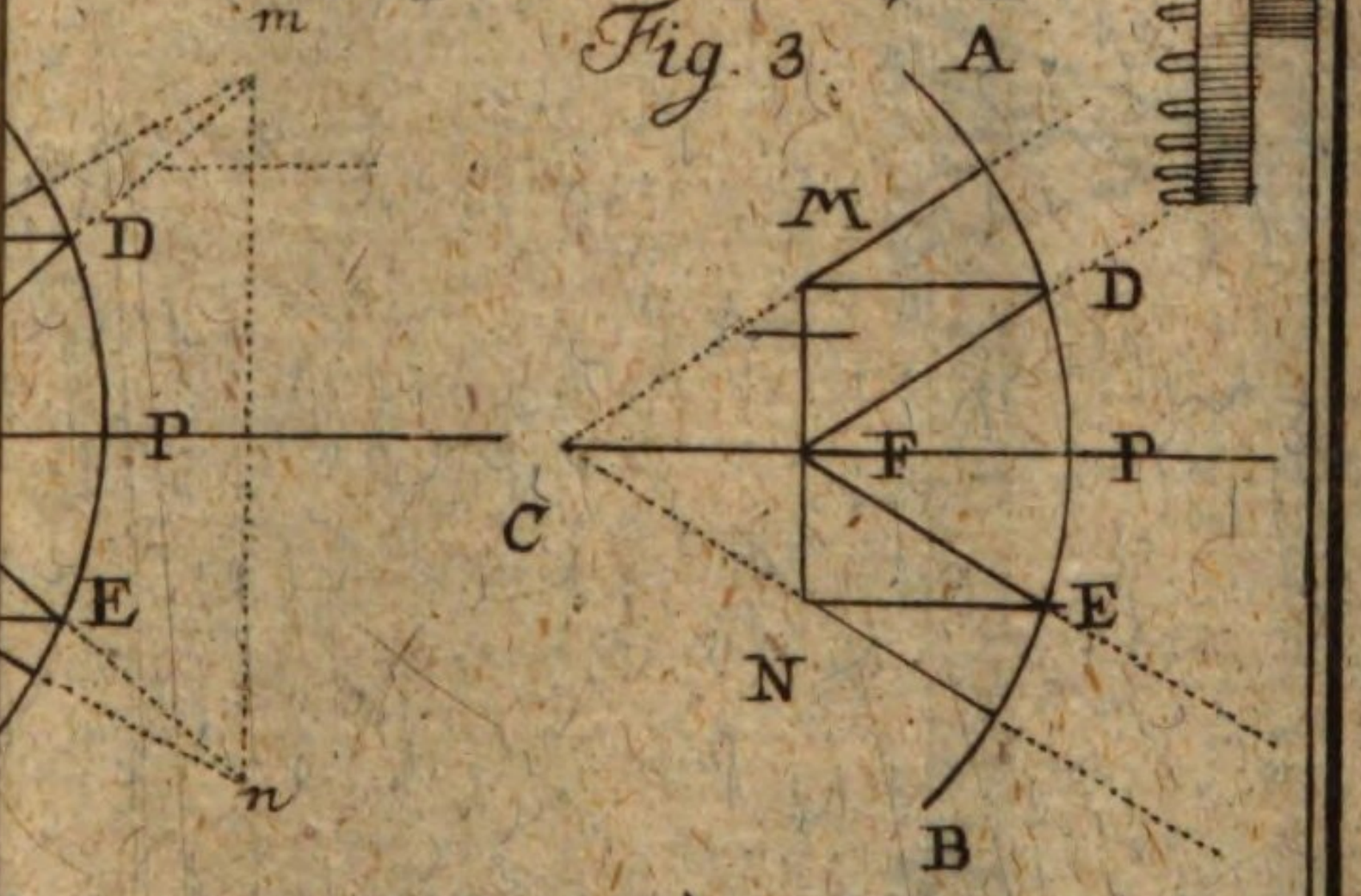
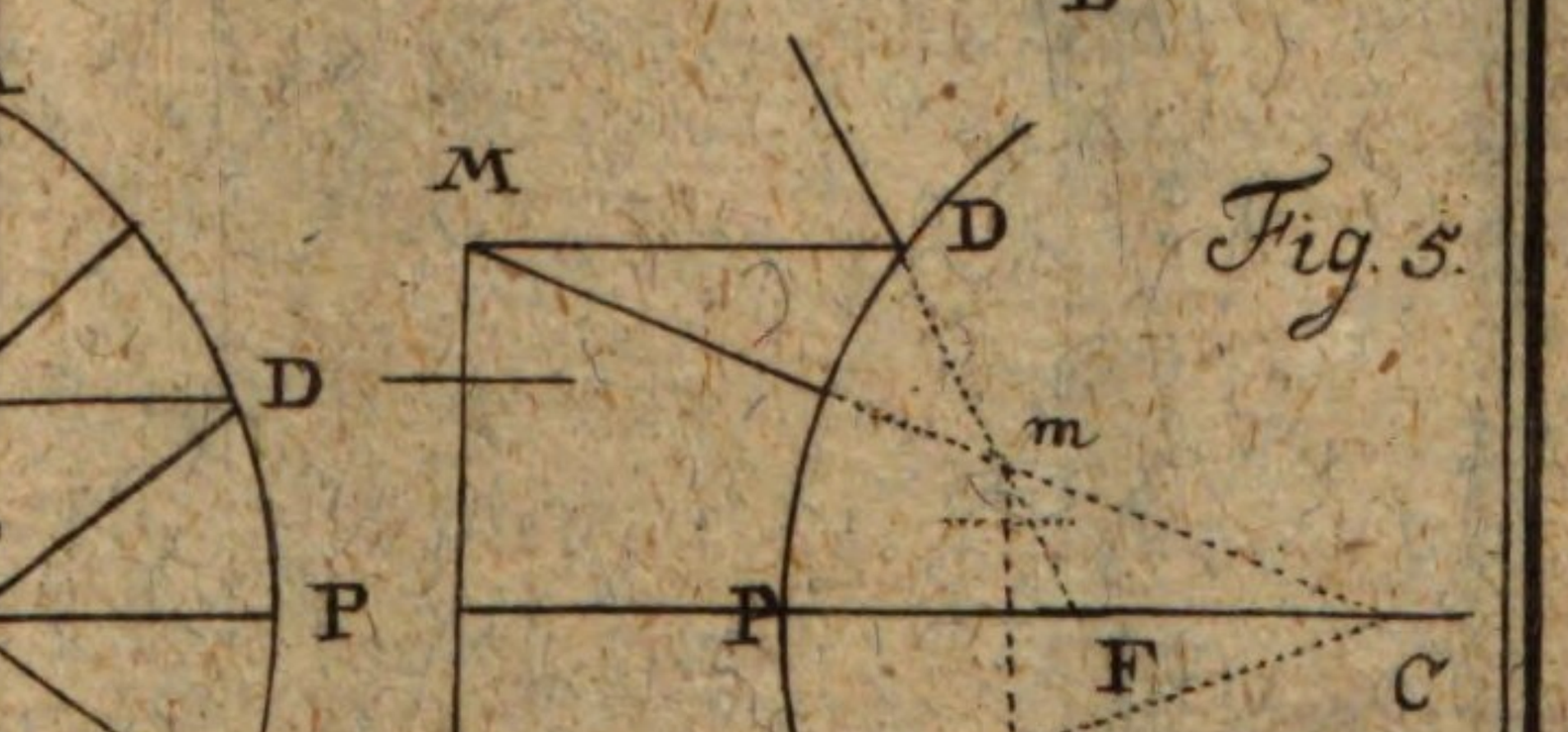


Fig. 5.

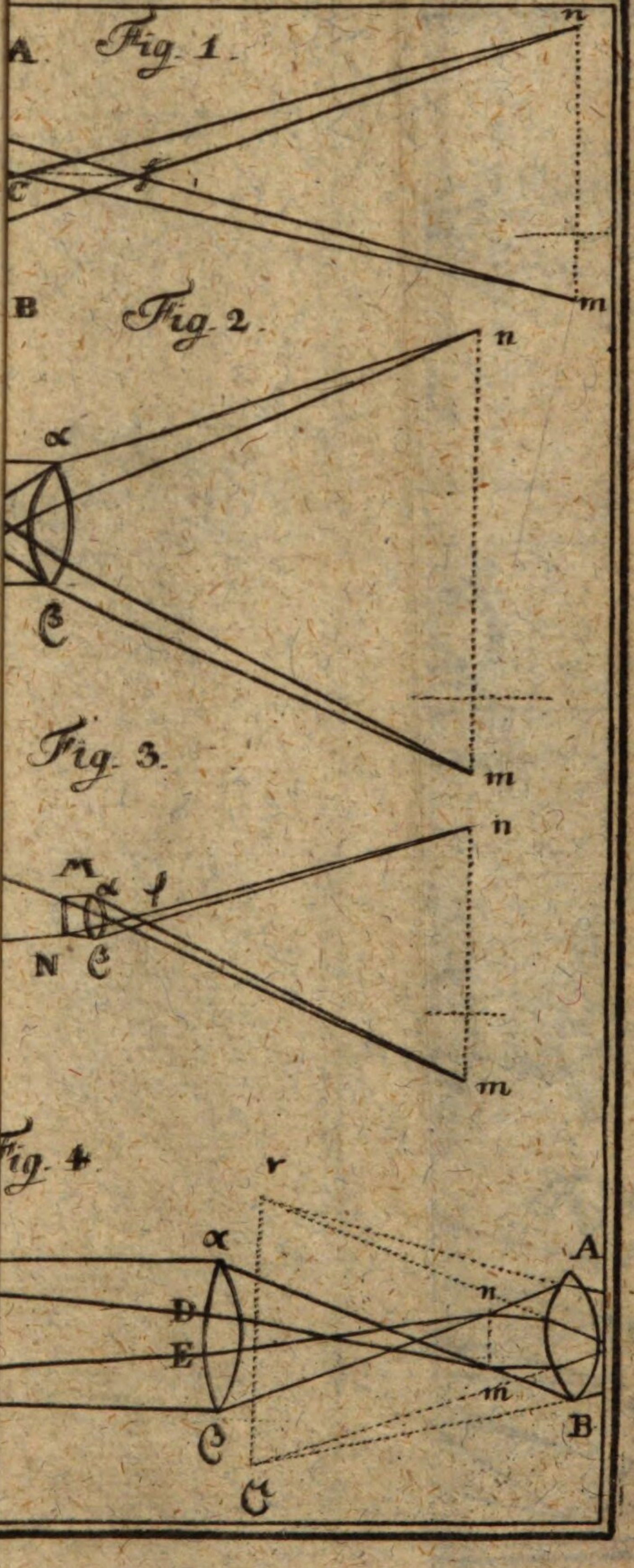


Tab. IX.

A
H
D
E
M
P
N
B
A
D
F
m
f
C
n
P
E
G
Fig. 2.
A
M
D
K
G
C
F
f
I
N
E
B
Fig. 4.
A
D
M
P
C
f
N
E
B
Fig. 5
D
P
C
n
m
E
Fig. 6.

Tab. X.

A. Fig. 1.



B Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Tab. XII.

Fig. 2.

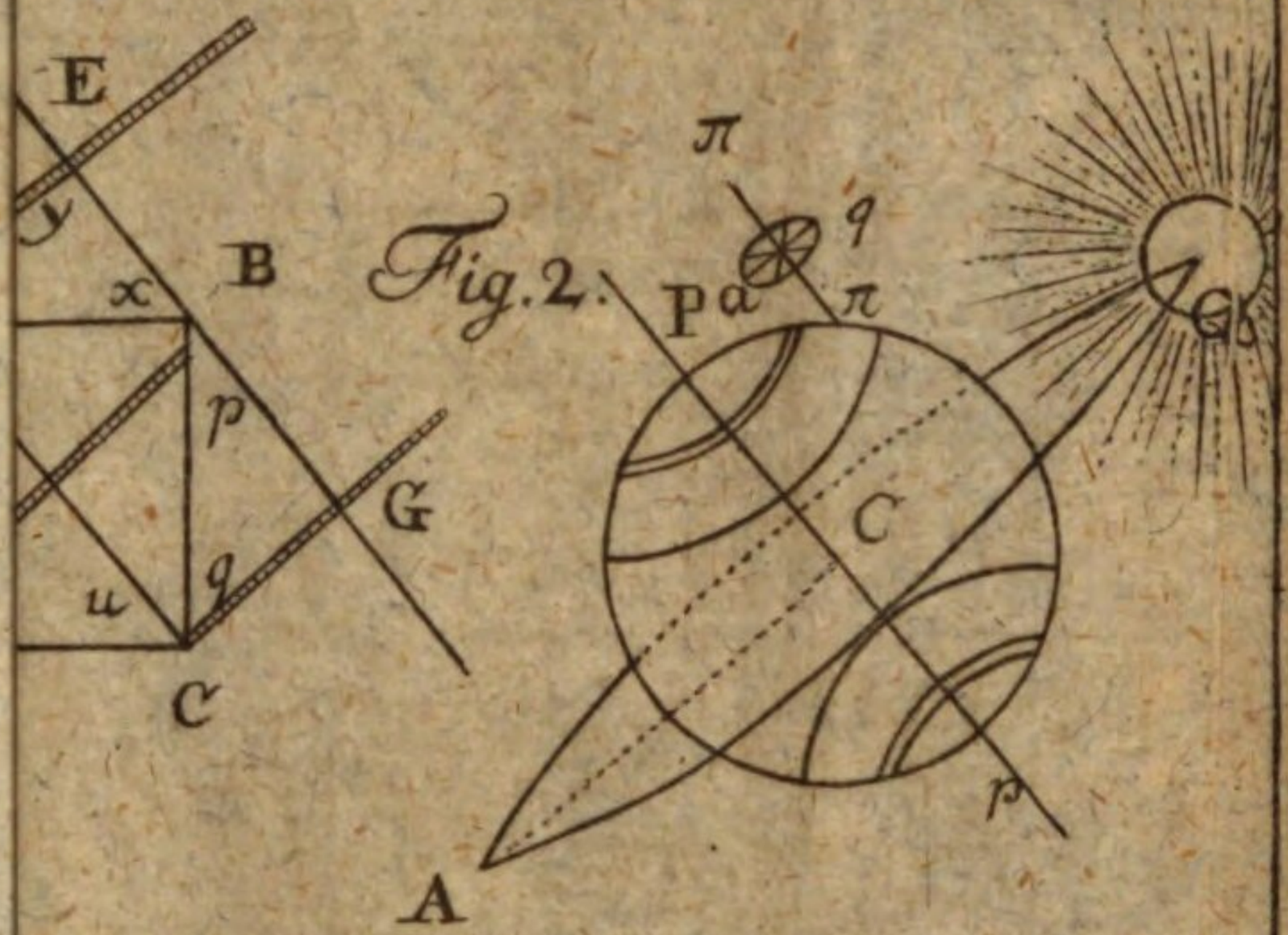


Fig. 4.

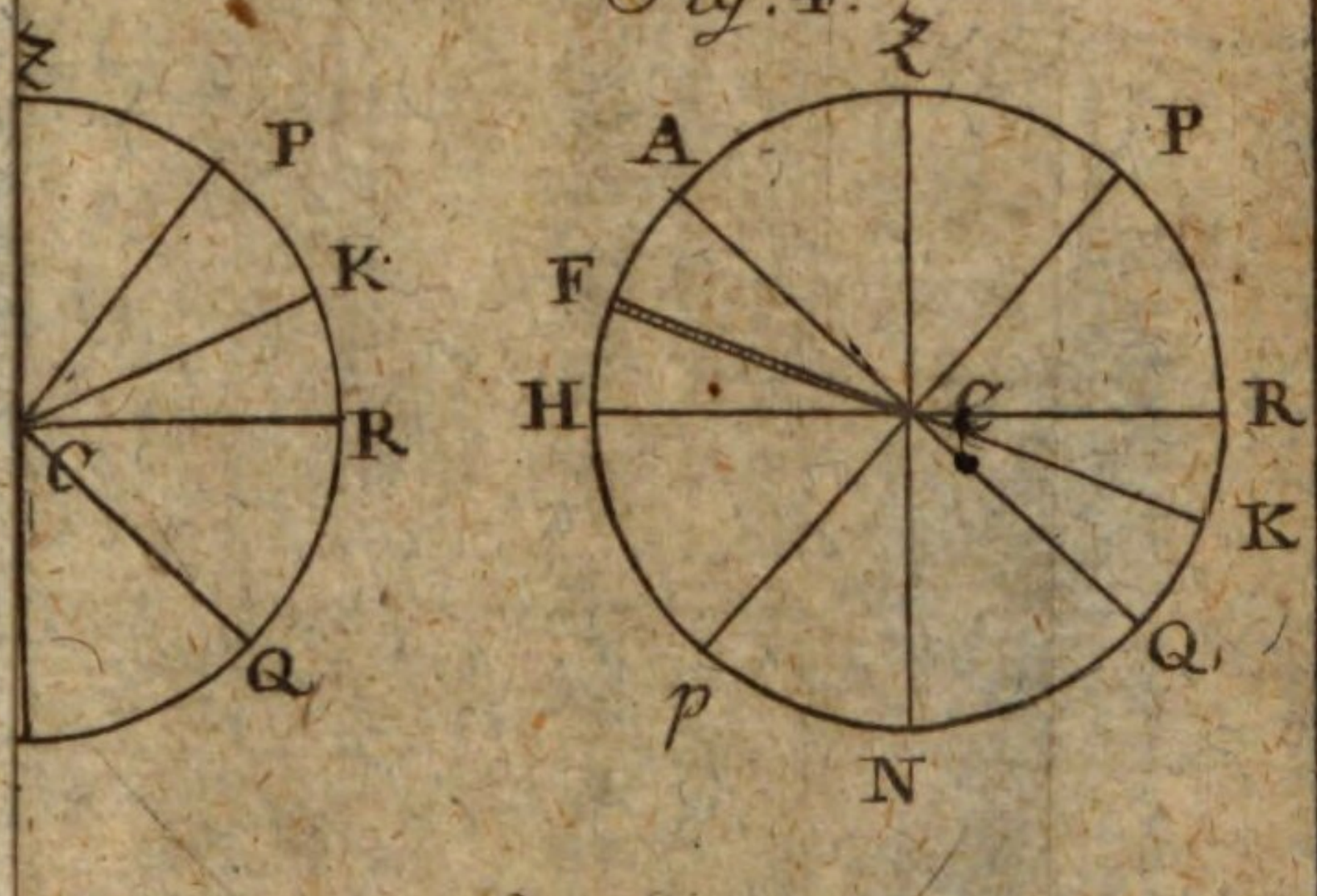
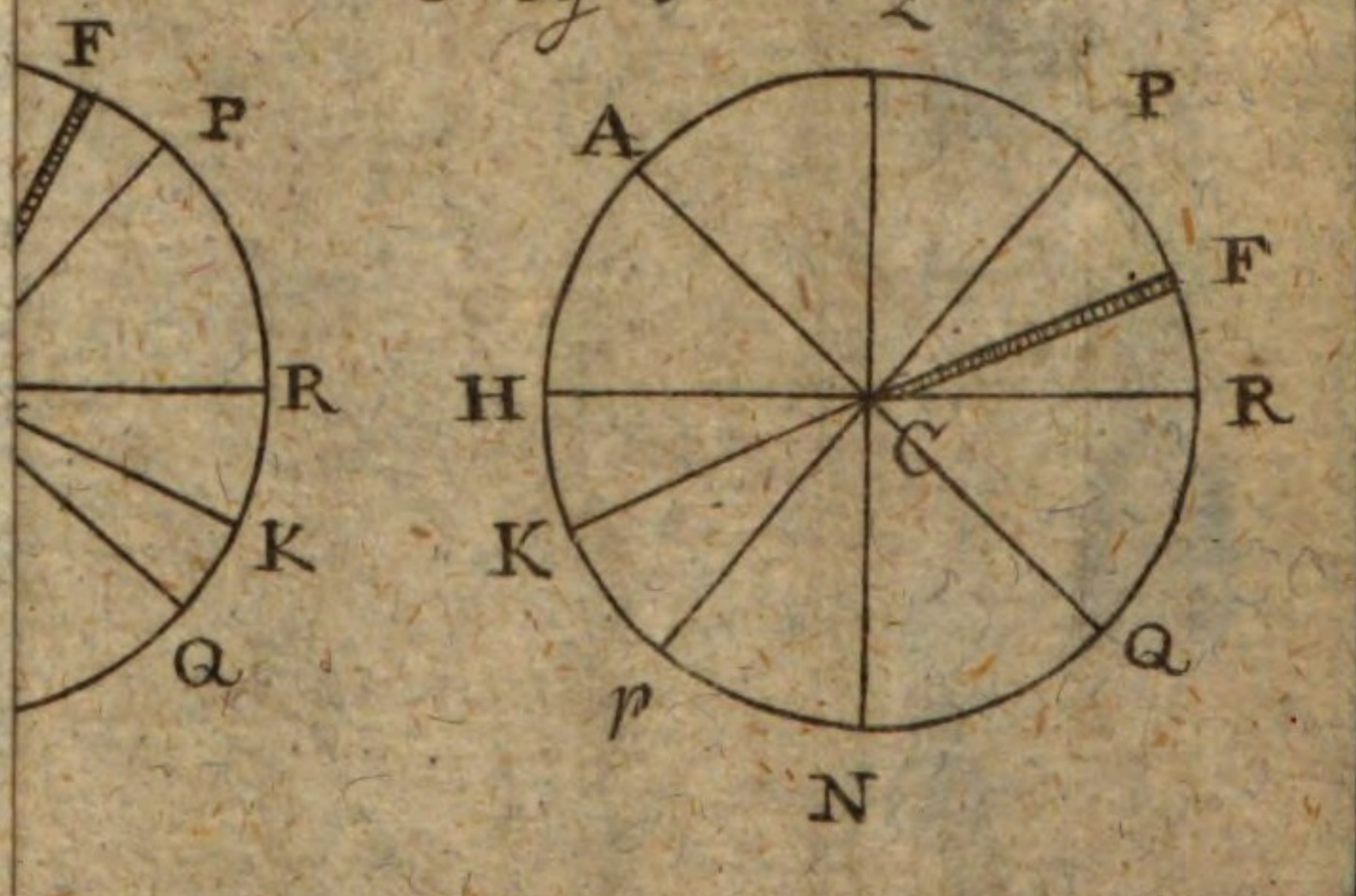


Fig. 6.



Tab. XIII.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 4.

Fig. 6.

Fig. 7.

Zu Eberh. Beitr.

Tab. XIV.

Fig. 1.

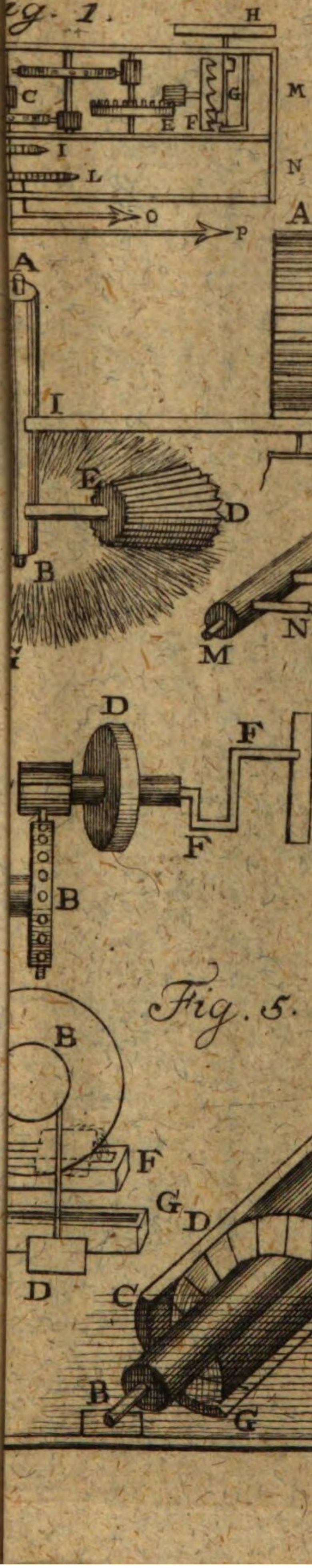


Fig. 4.

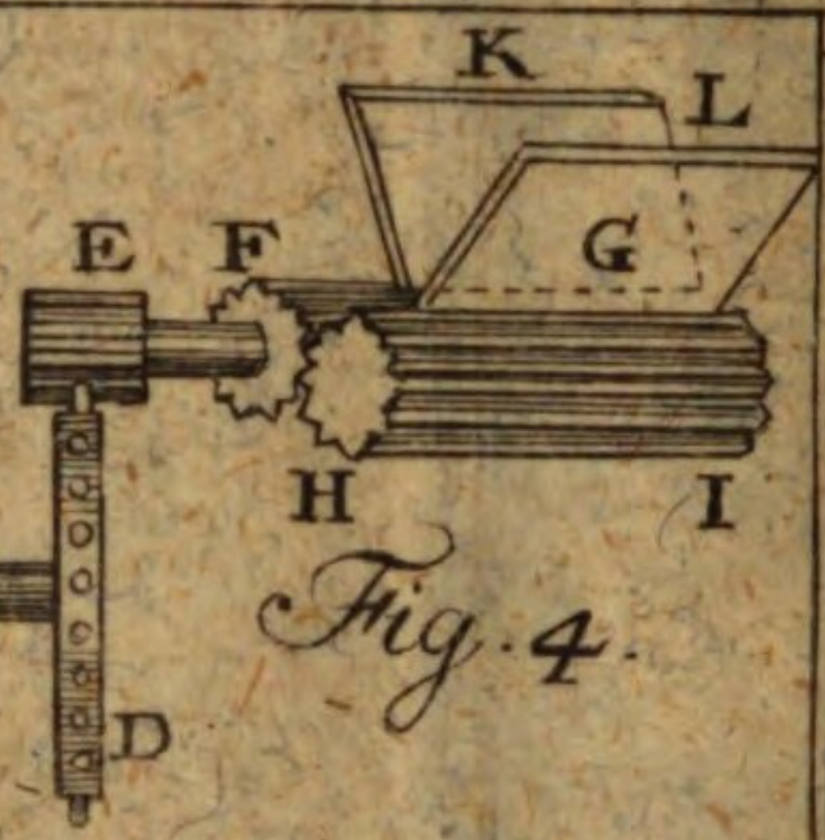


Fig. 3.

Fig. 5.

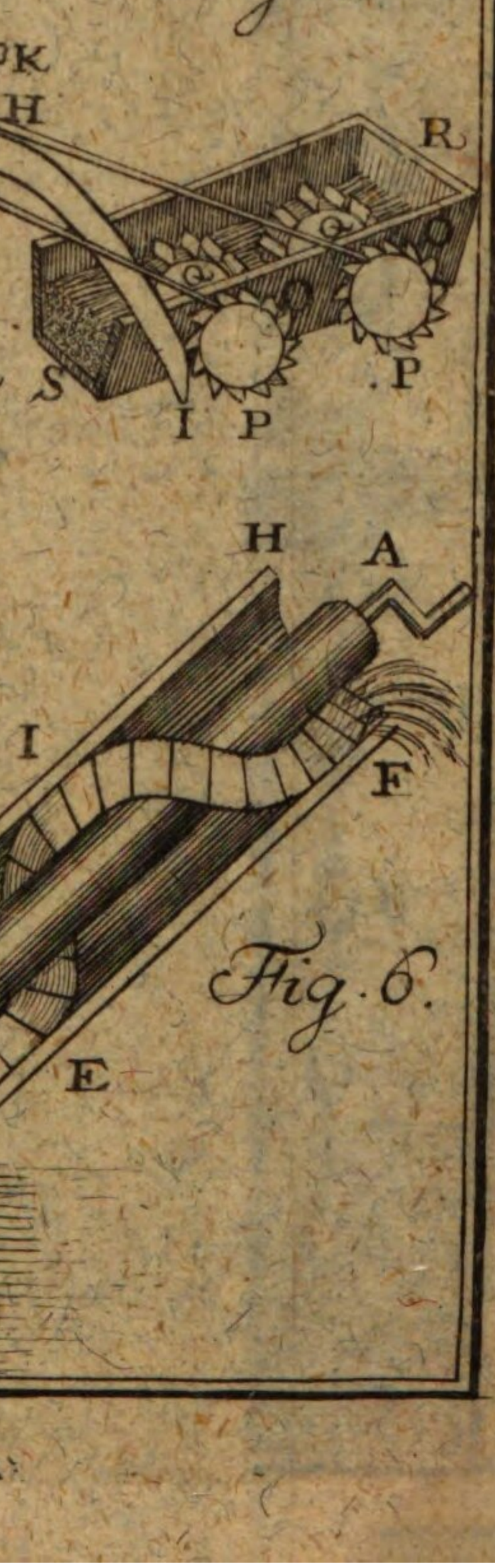
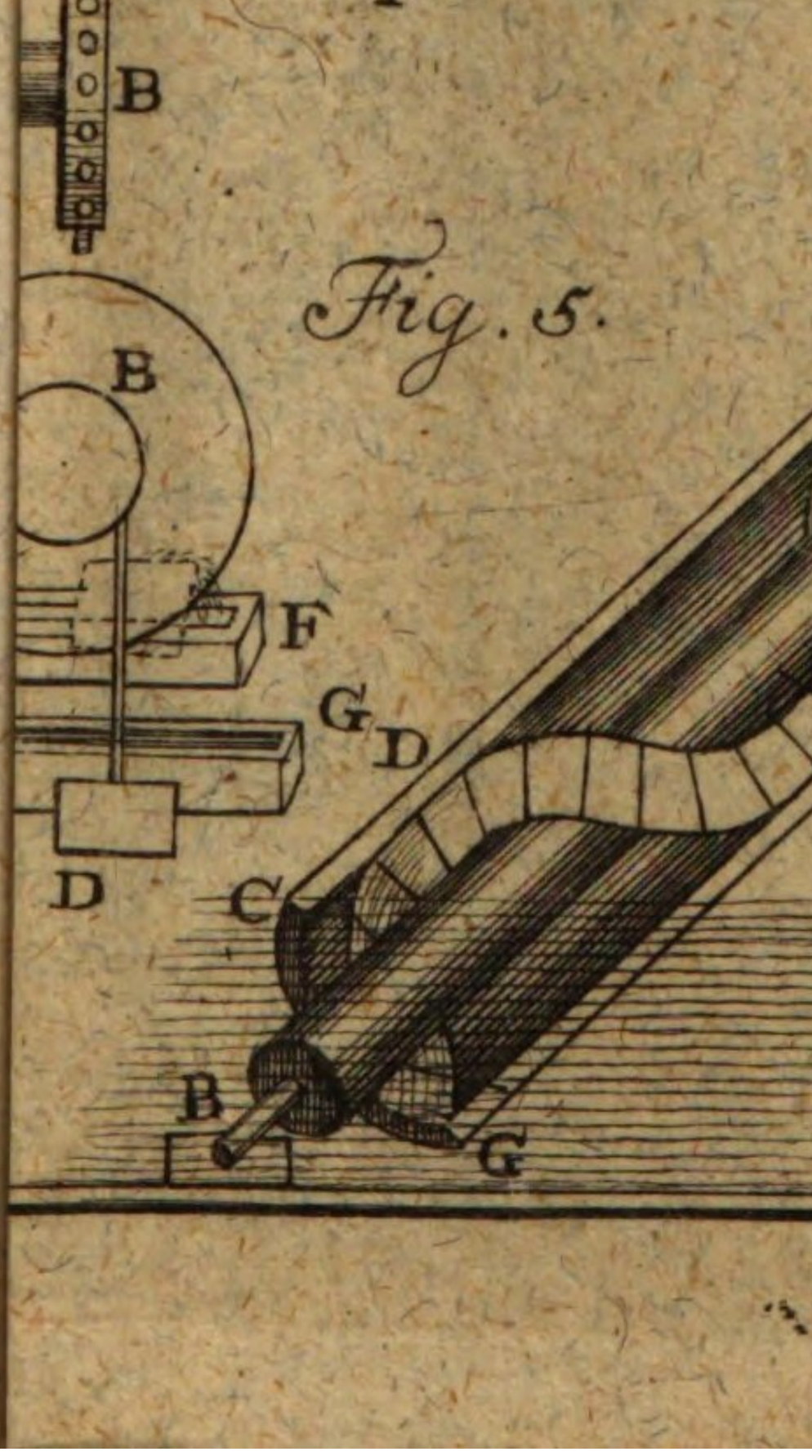


Fig. 6.



Tab. XV

Fig. 1.

Fig. 2.

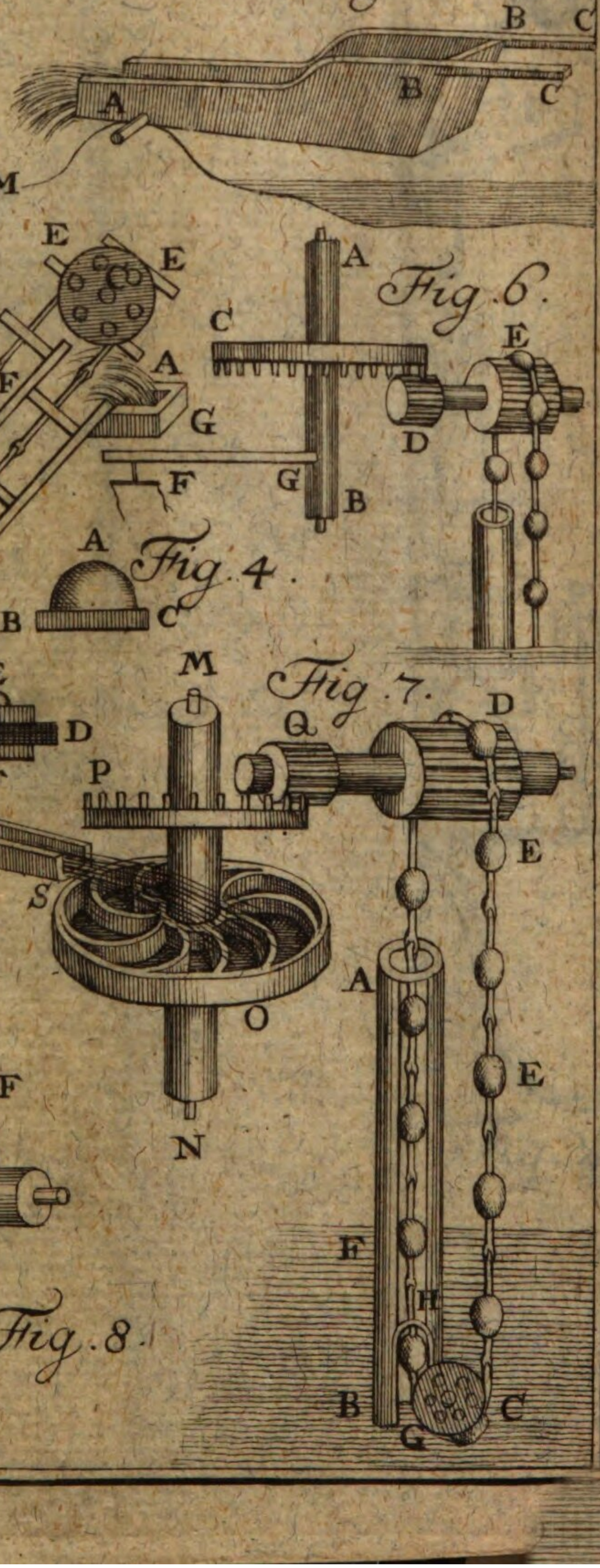


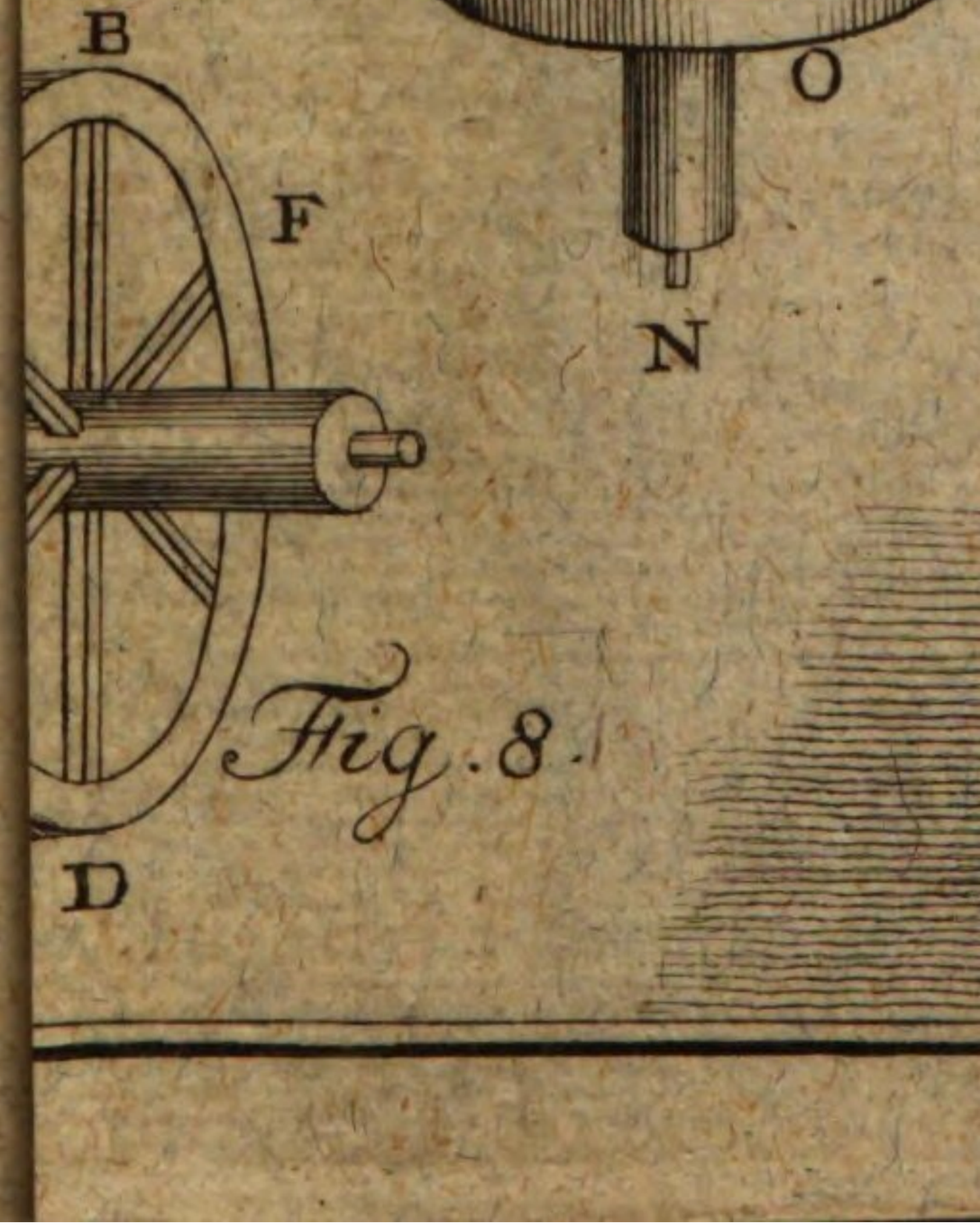
Fig. 6.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 7.

Fig. 8.



Tab. XVI.

Fig. 1.

Fig. 5.

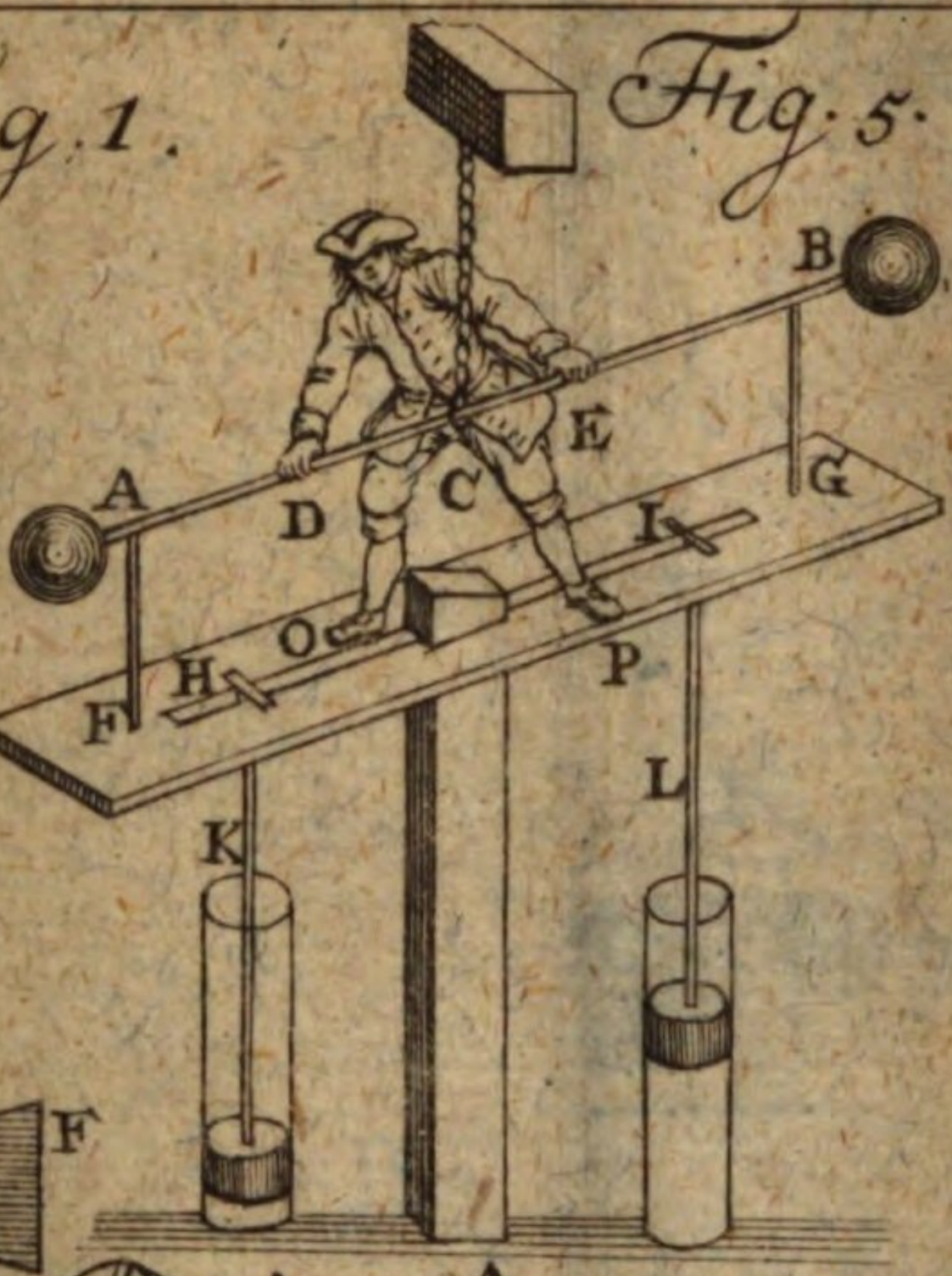


Fig. 2

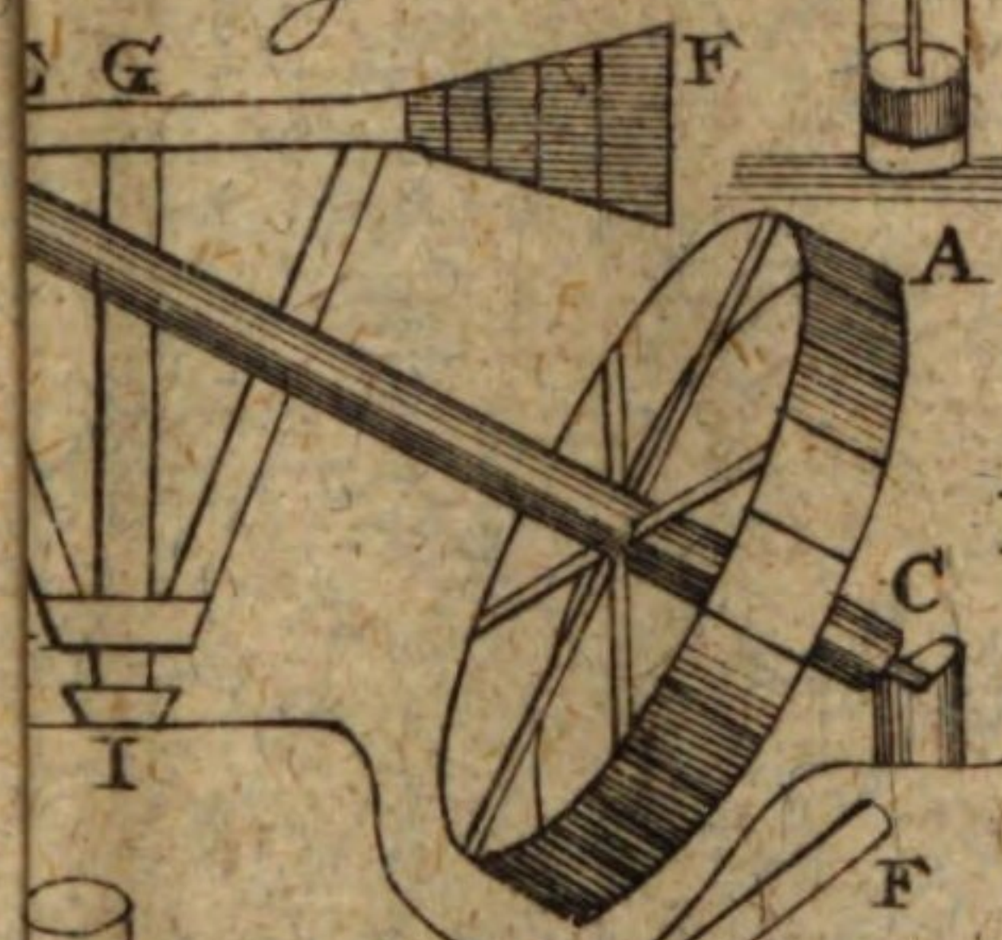


Fig. 7.

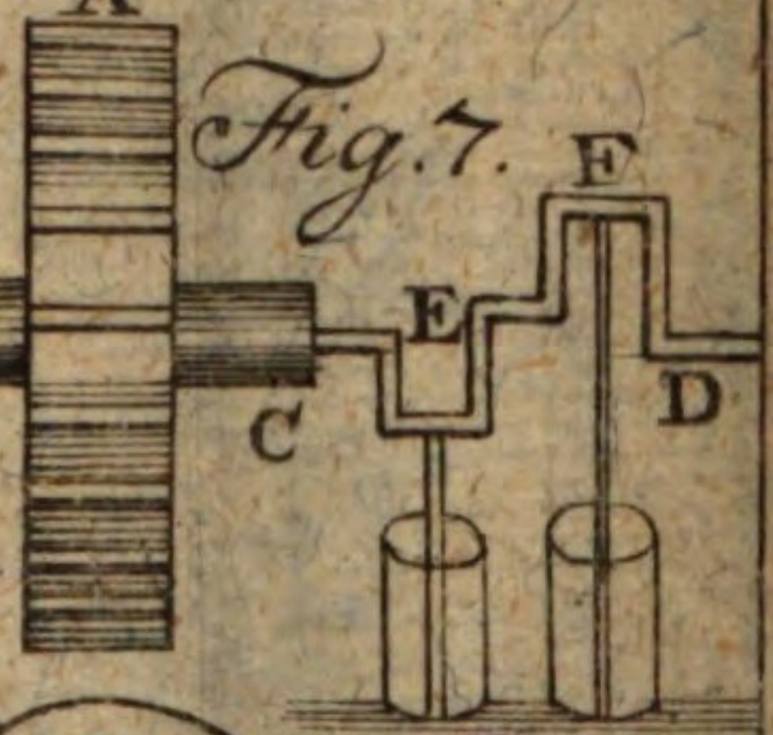


Fig. 6.

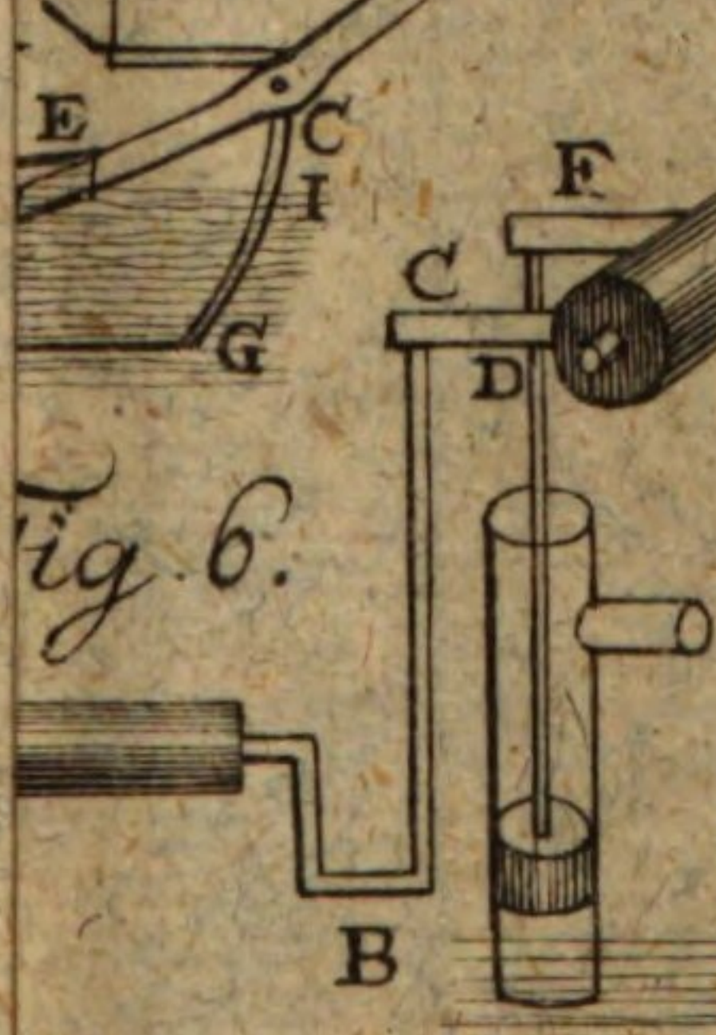


Fig. 4.

Zu Eberh: Beit:

Fig. 4.

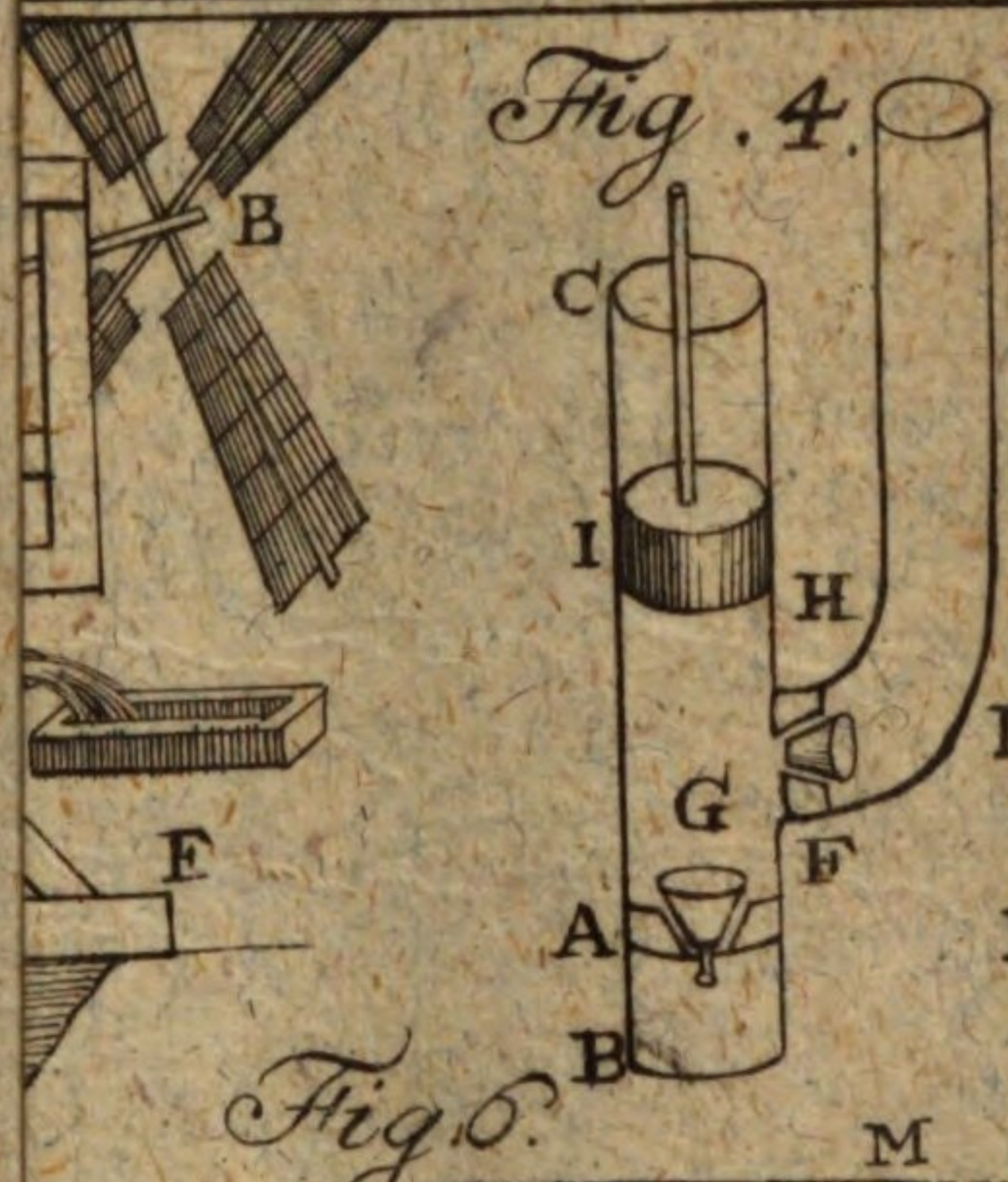


Fig. 5.

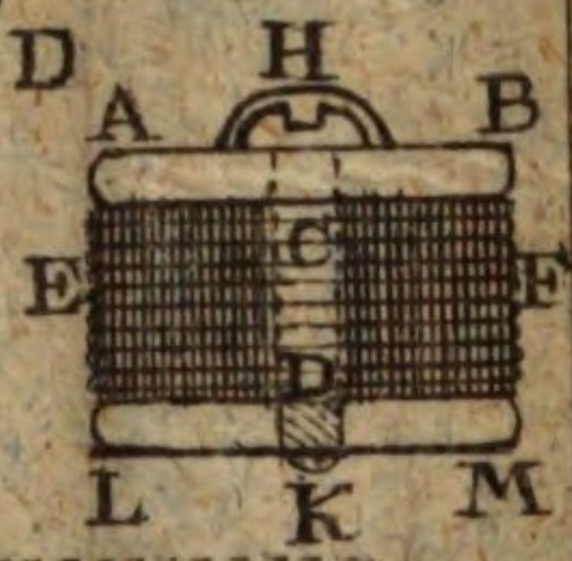


Fig. 6.

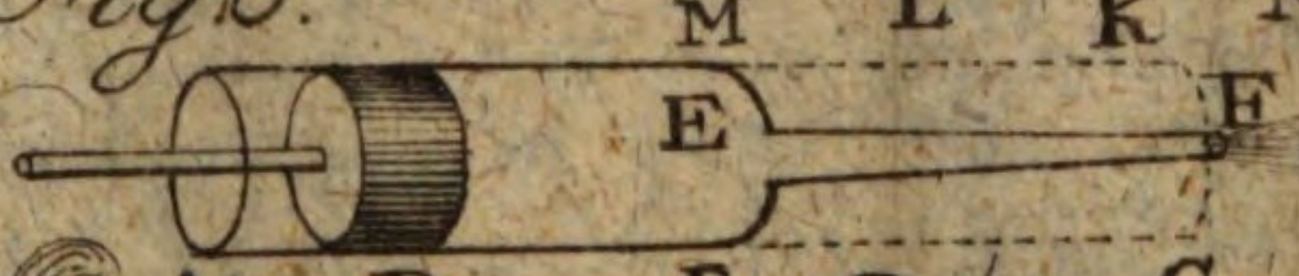


Fig. 8.

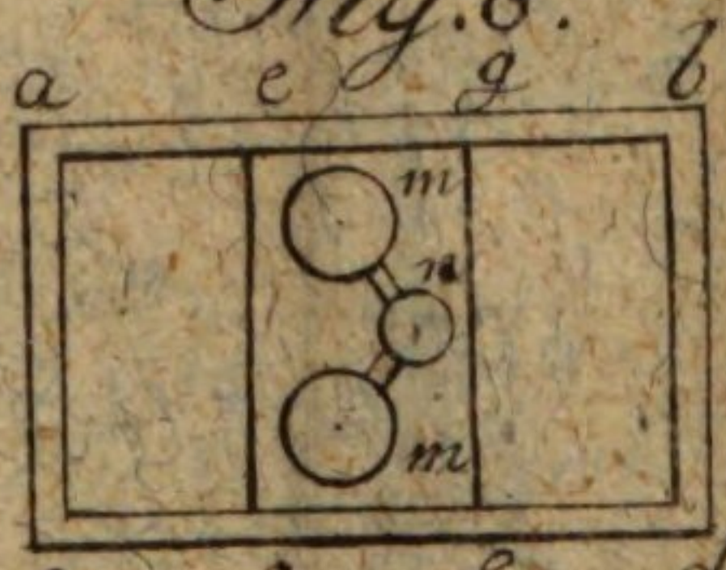


Fig. 7.

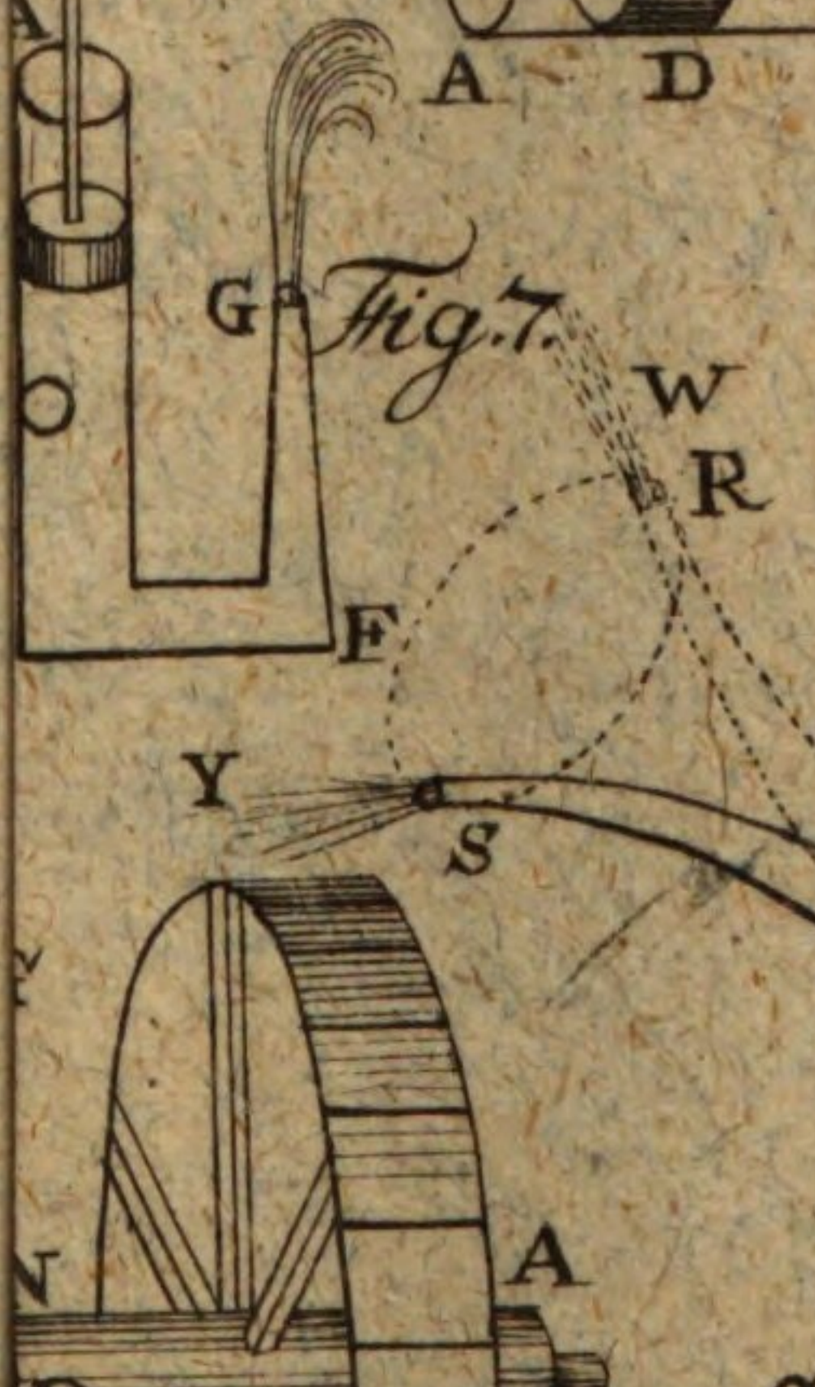


Fig. 9.

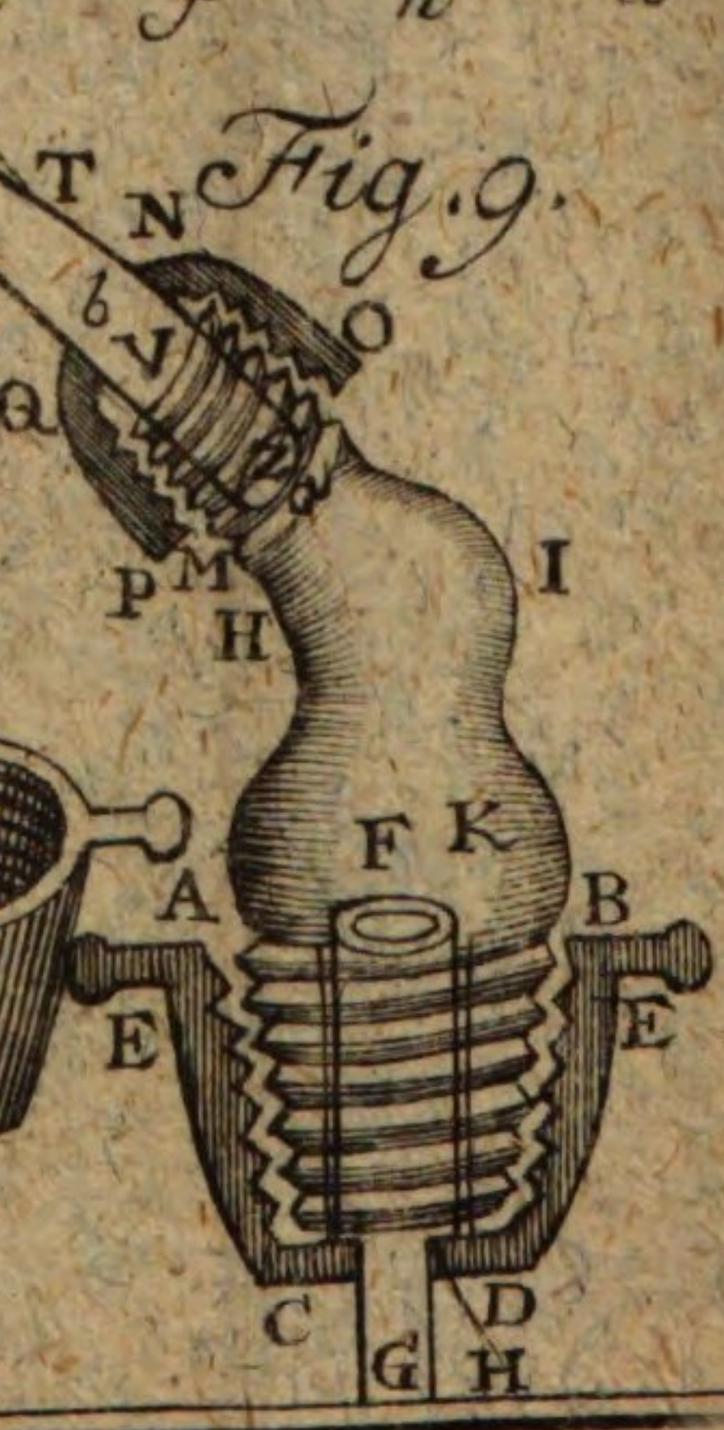


Fig. 1.

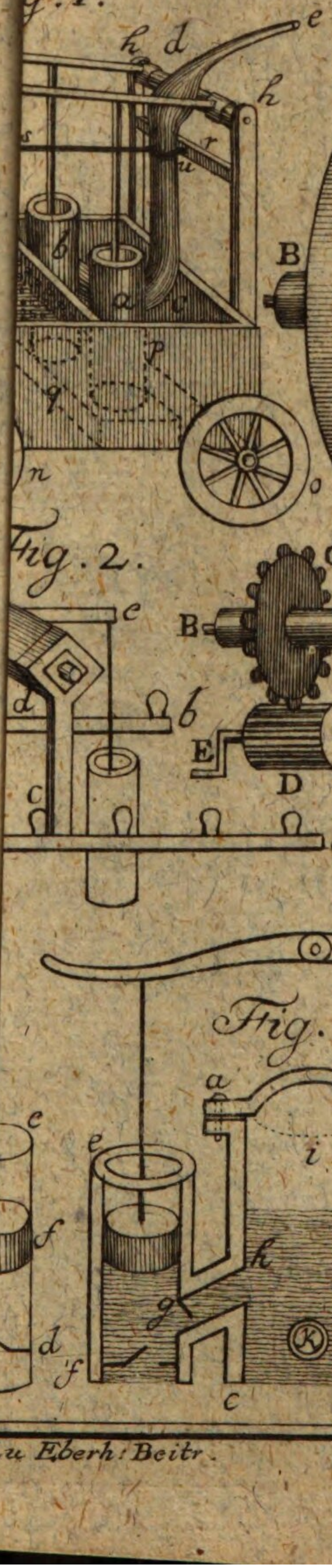


Fig. 5.

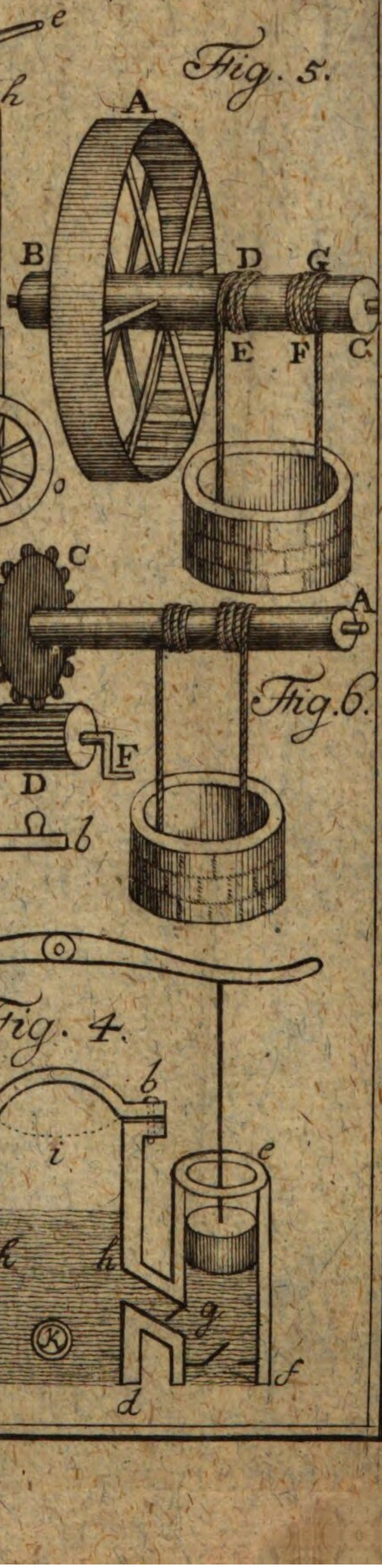
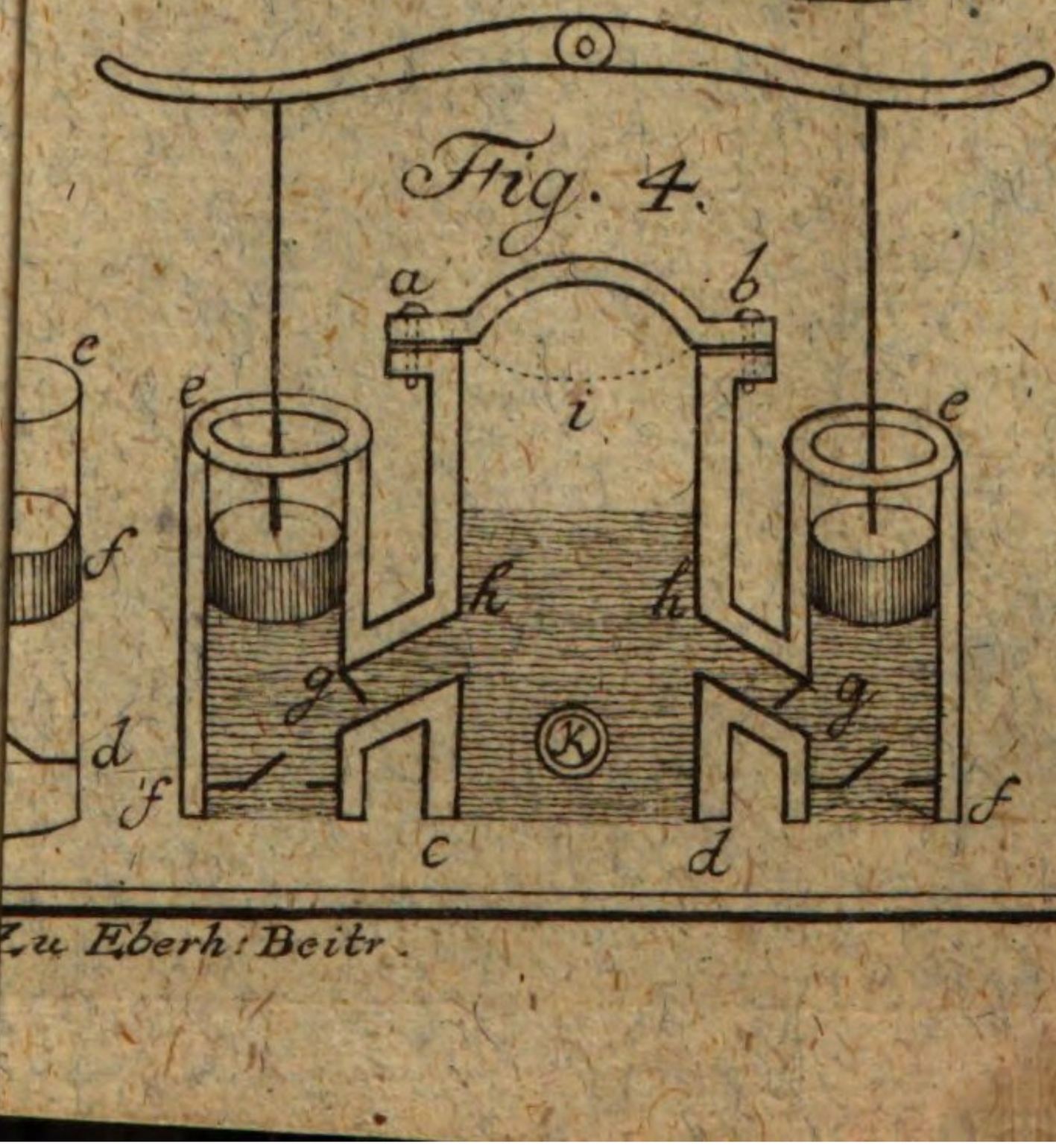


Fig. 2.

Fig. 6.

Fig. 4.



Zu Eberh: Beitr.

Tab. XIX.

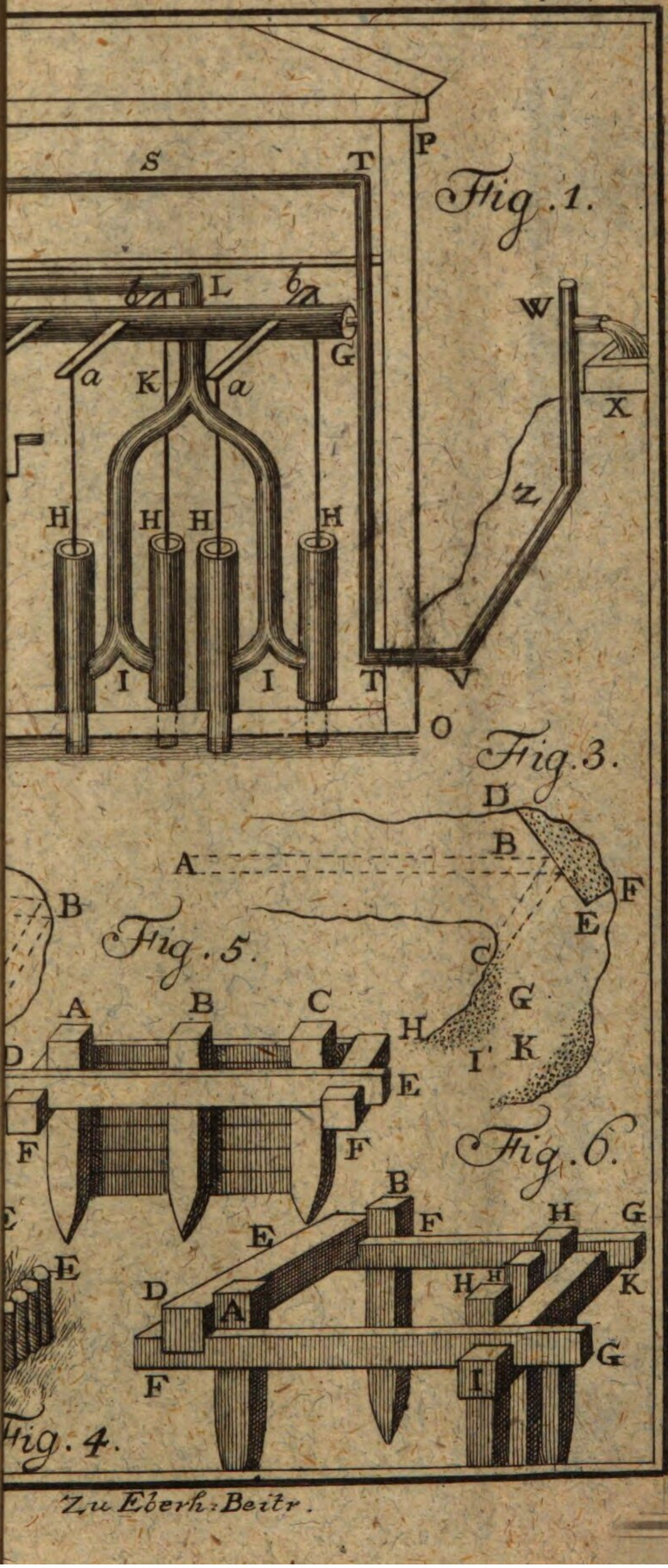


Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 4.

Tab. XX.

Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 4.

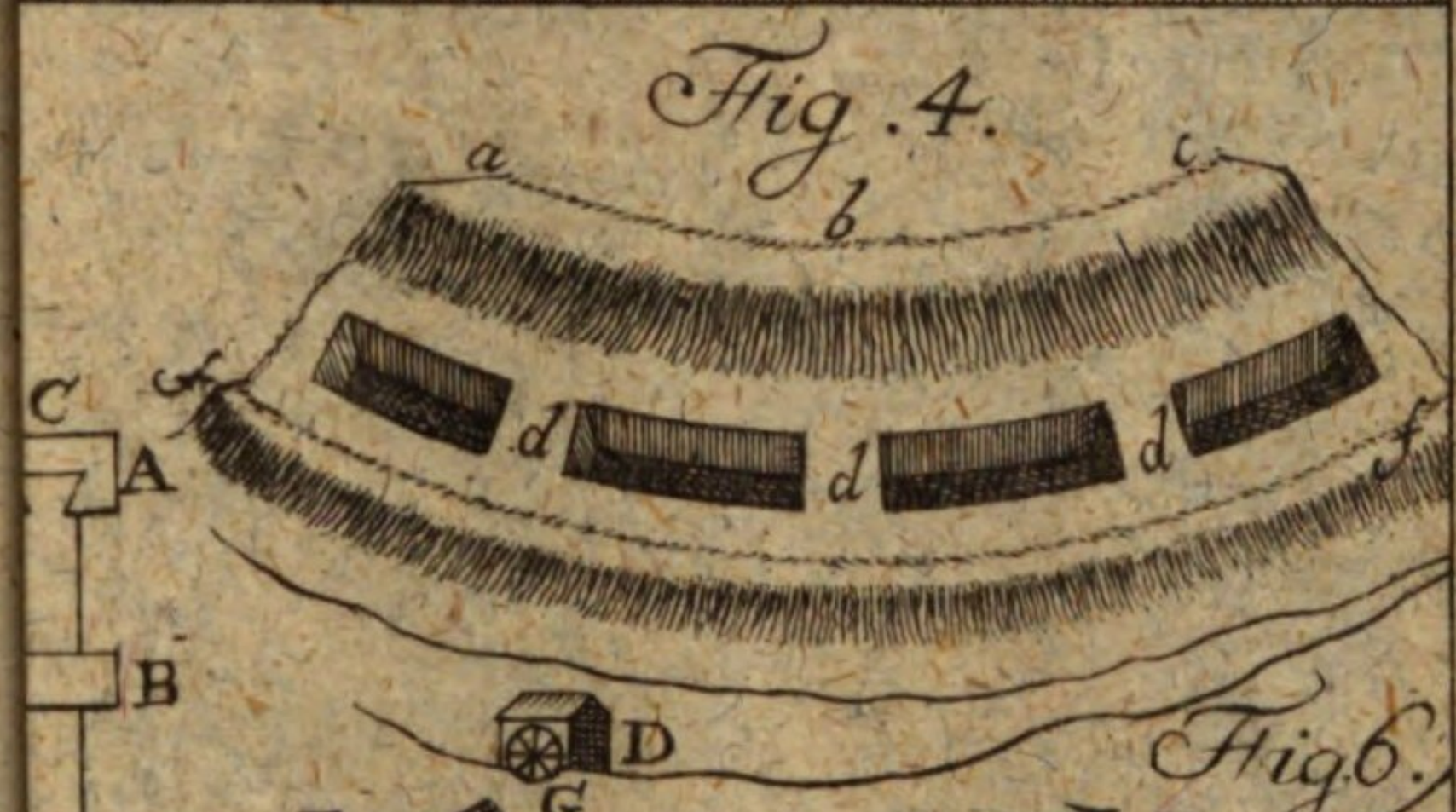


Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

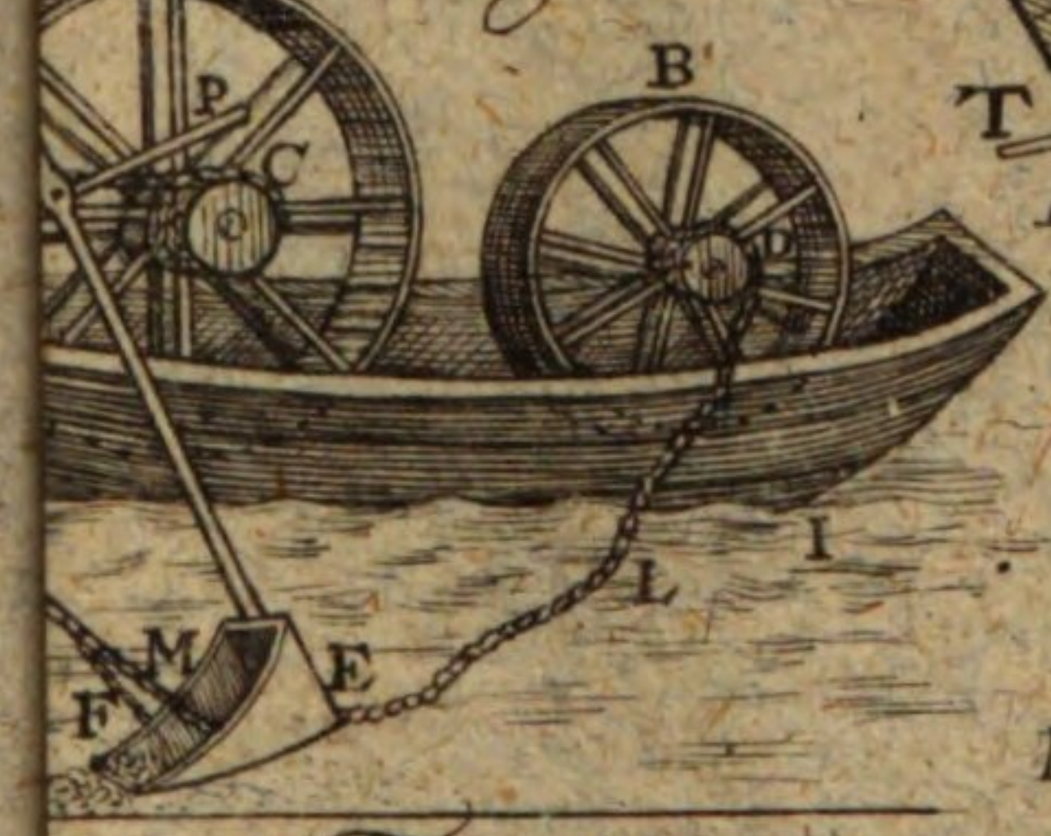


Fig. 9.

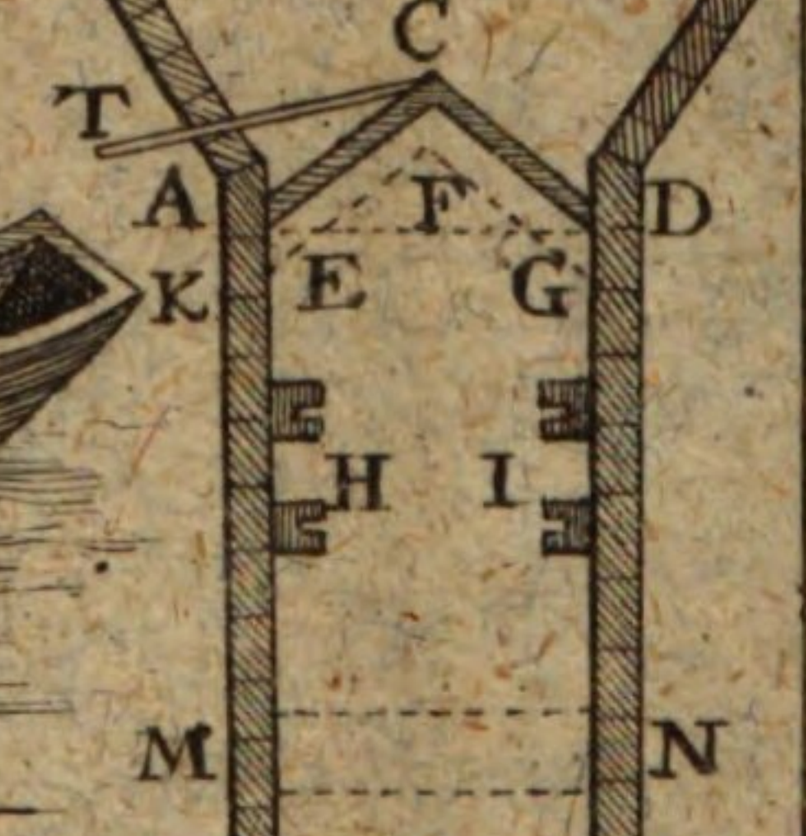
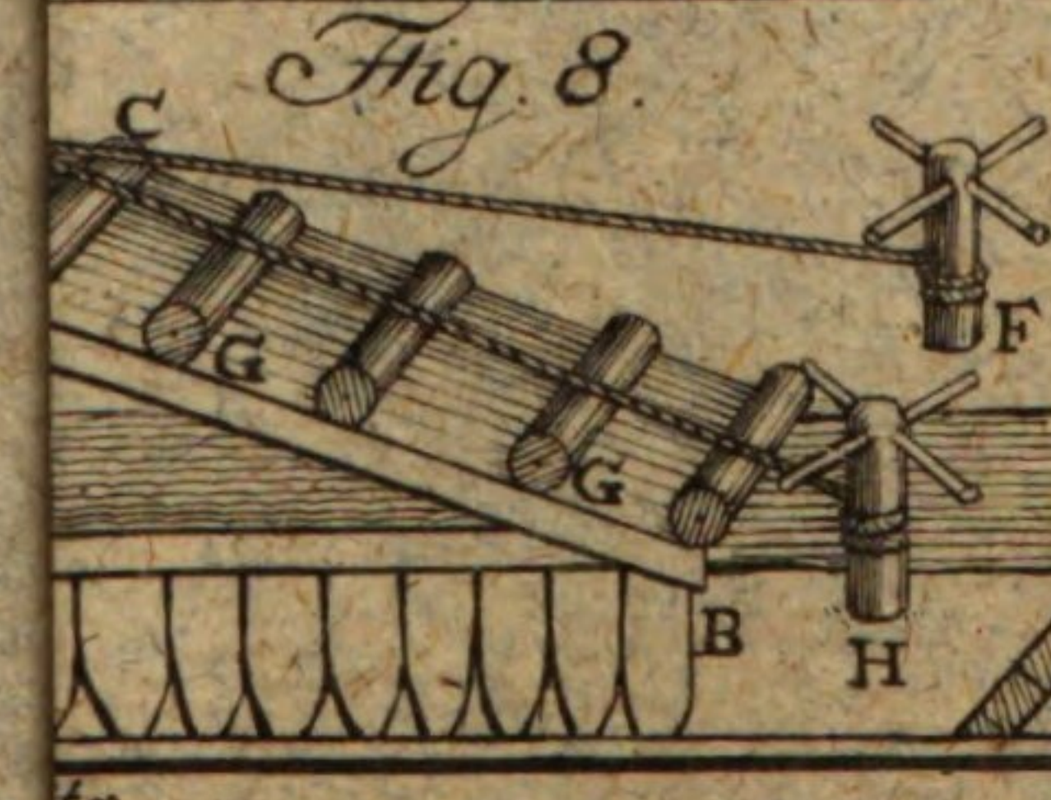
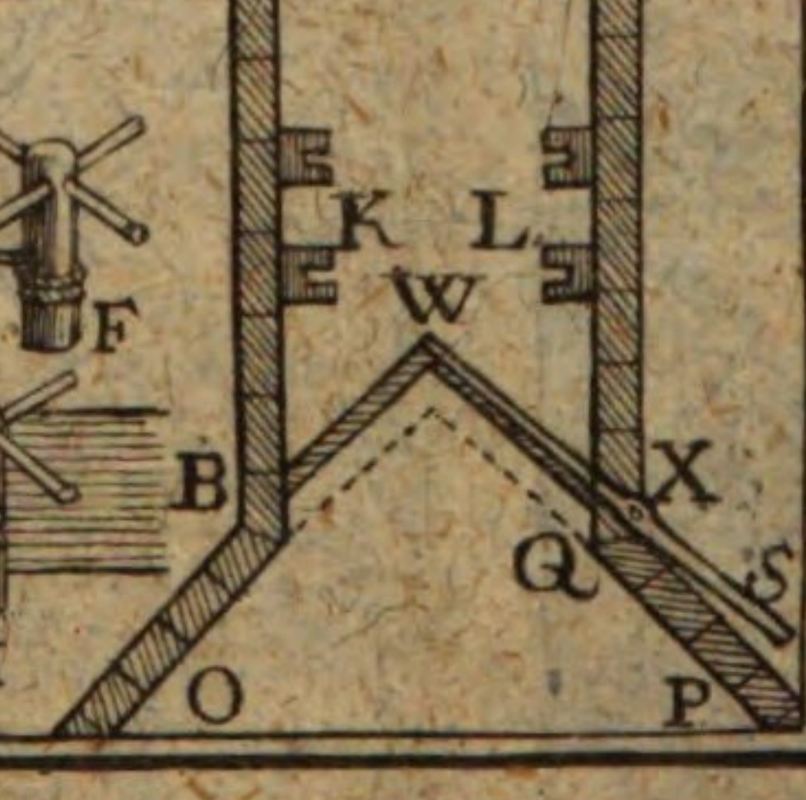


Fig. 8.





tr.

Tab. XXI.

Fig. 2

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 8

Fig. 7.

Fig. 9

Fig. 10.

Fig. 11.

m

d

b

2.

d

c

n. 1.

a

d

b

Fig. 3

n. 2.

c

A

c

d

b

a

x

α

y

c

B

C

Fig. 7.

E.

d

c y

d

D

C

y

α

G

L

A

C

B

M

N

B

Fig. 8.

C

m

y

n

D

s

E

a

a

a

a

m

n

n

W

c

a

c

O

Fig. 10.

C

D

E

F

b

d

m

Fig. 13.

a

b

d

c

c

b

f

c

d

c

g

a

m

Fig. 11.

Fig. 12.

Tab. XXIII.

Fig. 2.

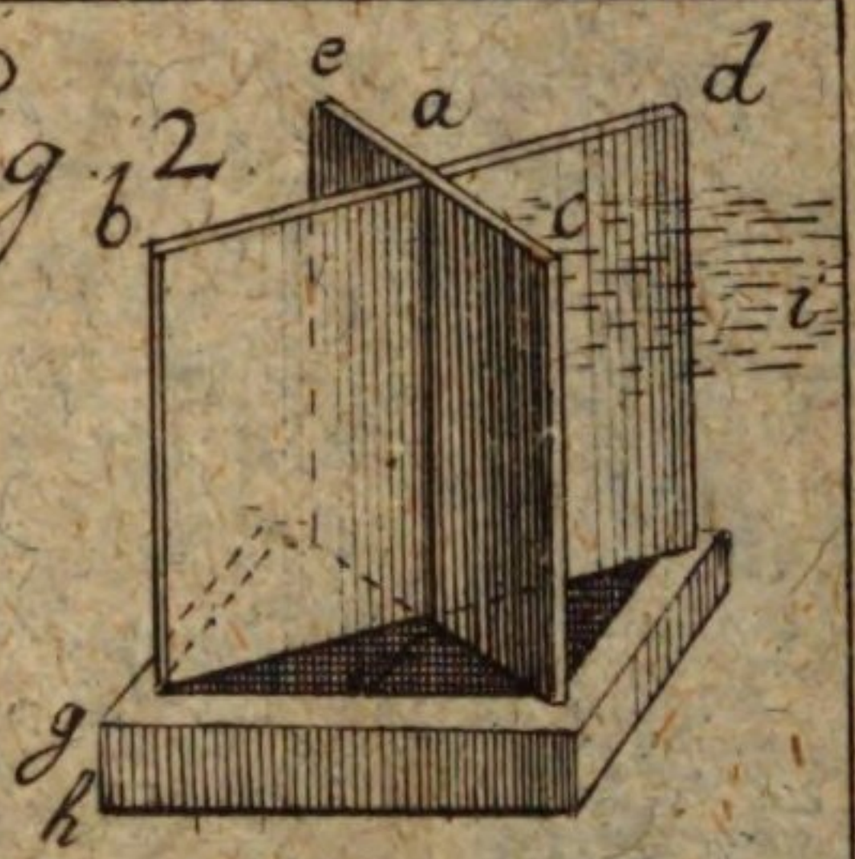


Fig. 3.

Fig. 5.

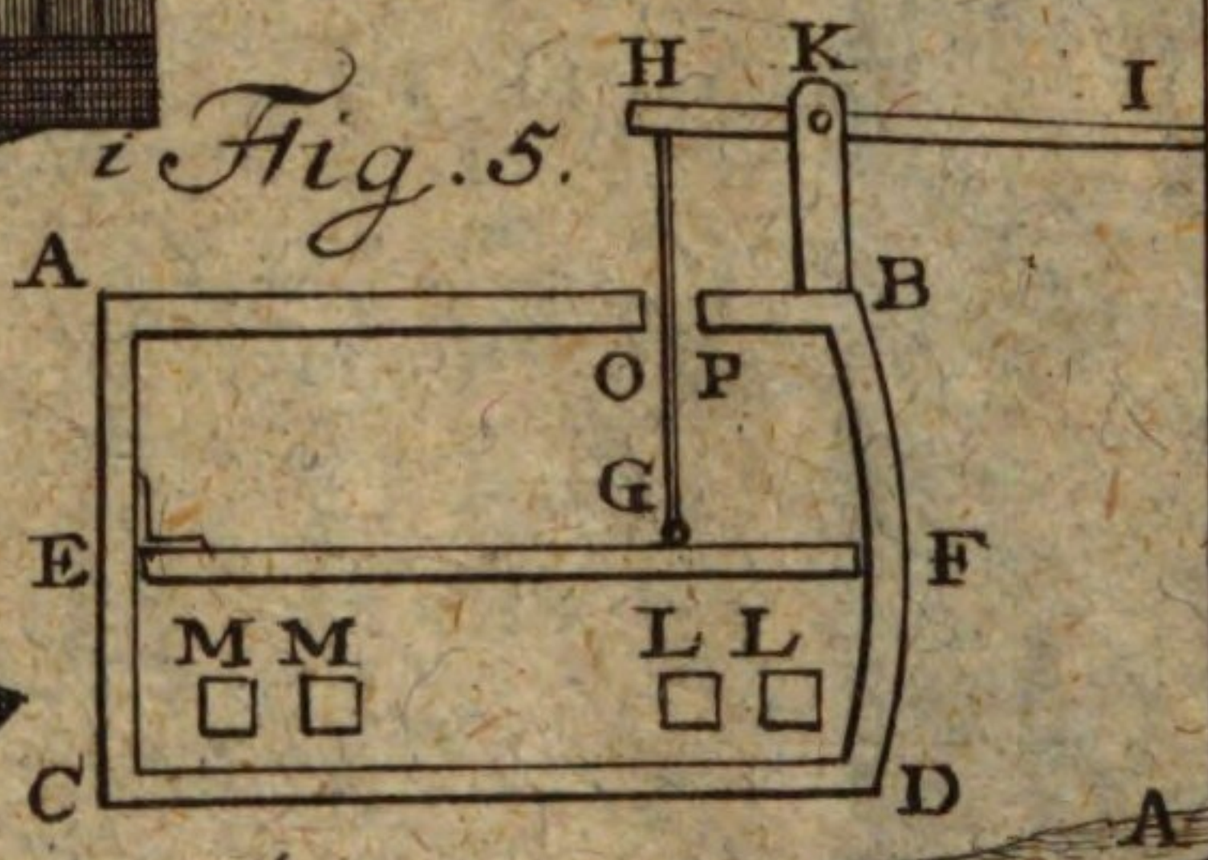
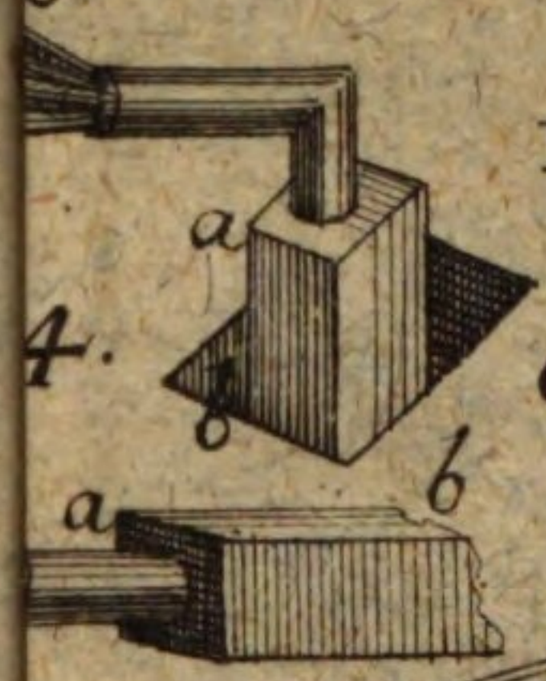


Fig. 4.



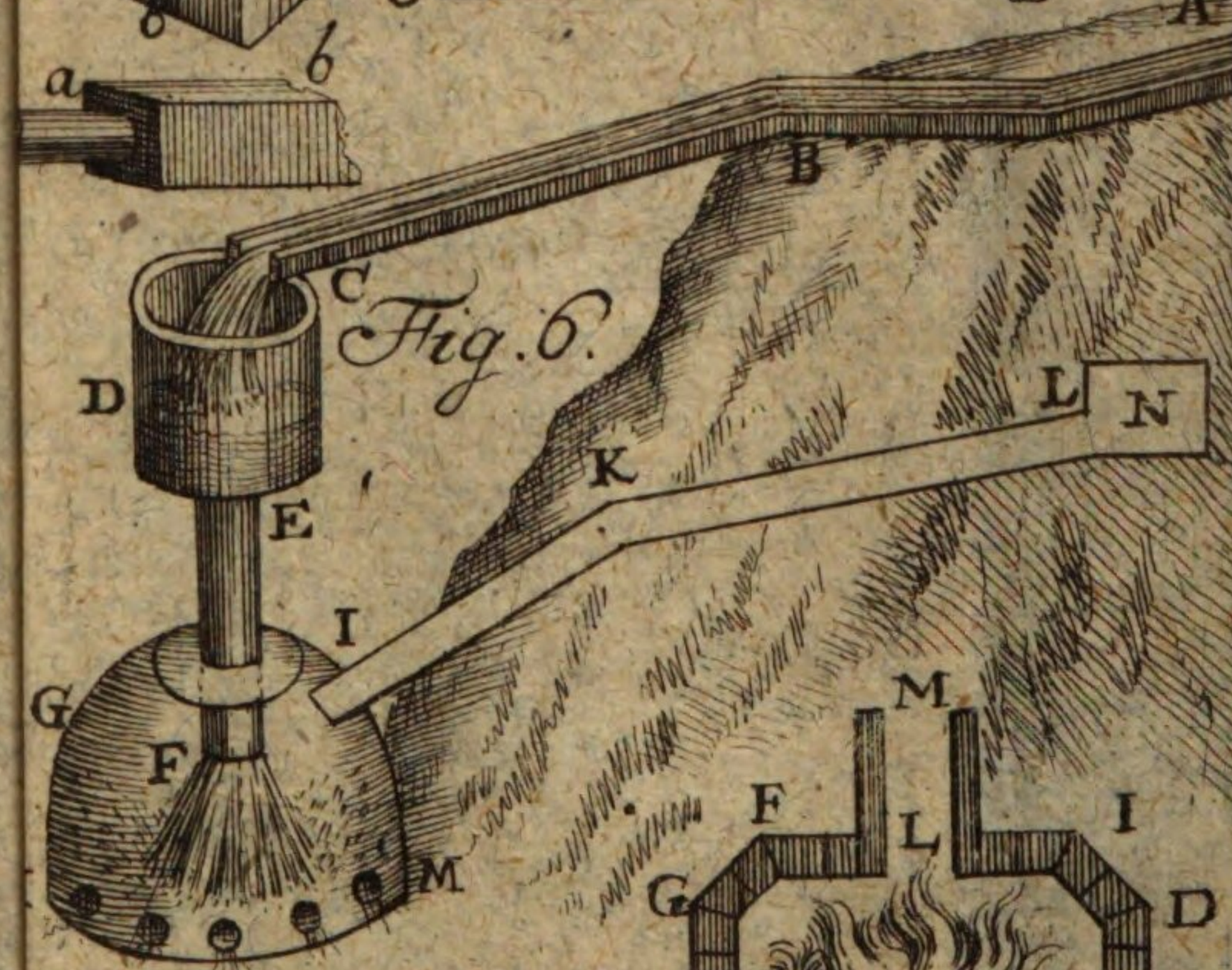


Fig. 6.

Fig. 7.

Tab. XXV.

Fig. 3.

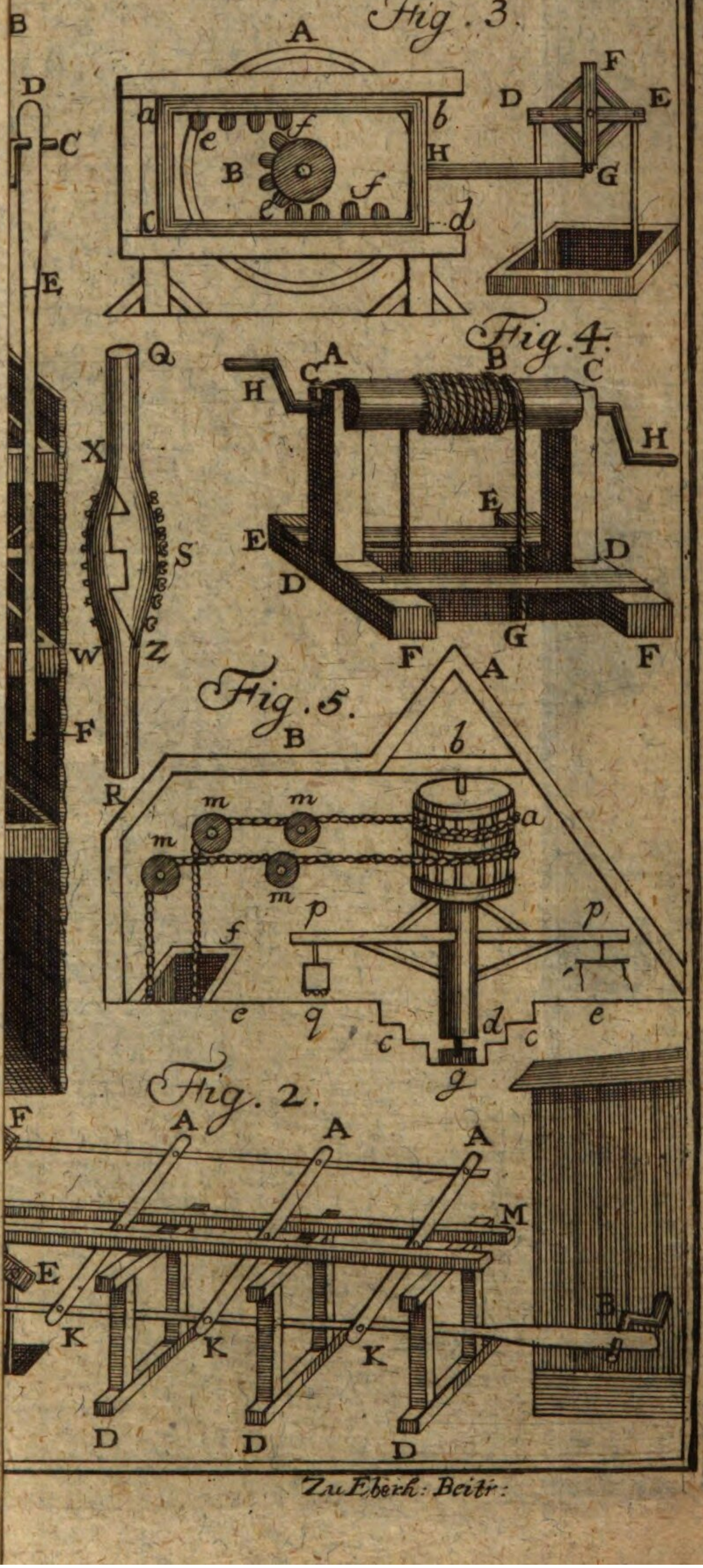


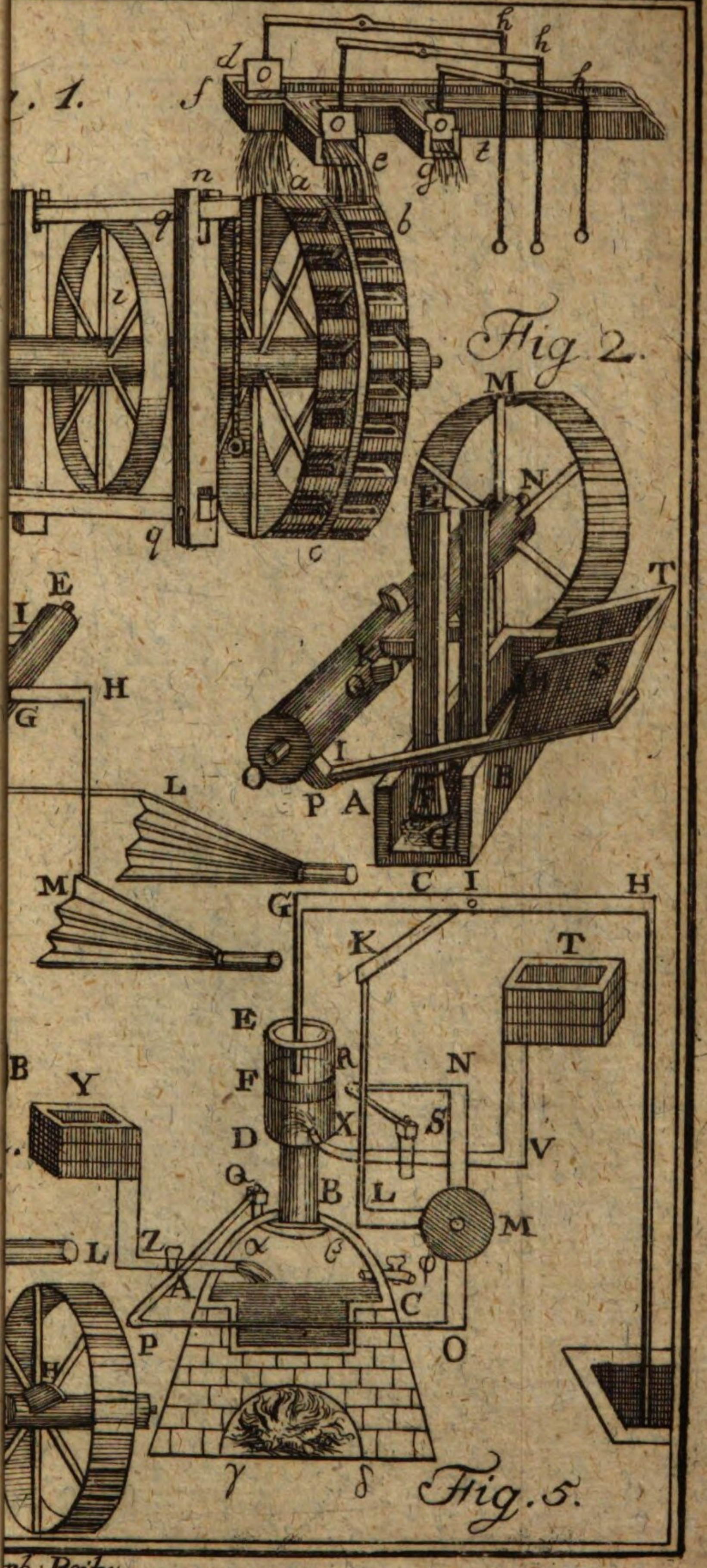
Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 2.

Zu Eberh: Beitr:

Tab. XXVI.



rh: Beitr.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Eberhard, Johann Peter

D. Johann Peter Eberhards Neue Beiträge zur Mathesi applicata Worin die Ersten Gründe der Mühlenbaukunst, Hydrotechnik und Bergwerkswissenschaft erklärt werden ; Nebst einigen Zusätzen zur Mechanik, Optik und Gnomonik

Halle im Magdeburgischen 1773

Augsburg, Staats- und Stadtbibliothek -- Techn 177
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11283449-2
VD18 11118792-006